1839

Huraut



A MON PÈRE ET A MA MÈRE.

Affection et Reconnaissance.

A MESSIEURS DOMMARTIN ET MOUTILLARD,

PHARMACIENS.

Témoignage de ma vive Gratitude.

T. HURAUT.

DISSERTATION CHIMIQUE
SUR L'HYDROGÈNE

ET LA CONSTITUTION DE PLUSIEURS DE SES COMPOSÉS,

suivie

D'UN NOUVEL APERÇU SUR LA NATURE DES SELS,

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE DE PHARMACIE DE PARIS,

le 12 mars 1839,

PAR THÉODORE HURAUT,

DE COMMERCY, DÉPARTEMENT DE LA MEUSE,

ÉLÈVE DE L'ÉCOLE PRATIQUE.



PARIS.

POUSSIELGUE, IMPRIMEUR DE L'ÉCOLE DE PHARMACIE,

RUE DU CROISSANT-MONTMARTRE, 12.

1839.

PROFESSEURS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE.

MM. Duméril.
Richard.

ECOLE SPÉCIALE DE PHARMACIE.

ADMINISTRATEURS.

MM. Bouillon-Lagrange, Directeur.
Pelletier, Directeur adjoint.
Robiquet, Trésorier.

PROFESSEURS.

MM. Bussy. Gaultier de Claubry.	Chimie.
Lecanu. Chevallier.	Pharmacie.
Guibourt. Guilbert.	Histoire Naturelle.
Guyart. Clarion.	Botanique.
Caventou.	Toxicologie.
Soubeiran	Physique.

Nota. *L'Ecole ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

DISSERTATION CHIMIQUE

SUR L'HYDROGÈNE,

SUIVIE

D'UN NOUVEL APERÇU SUR LA NATURE DES SELS.



Parmi les corps élémentaires il en est qui jouent le plus grand rôle dans les phénomènes qui se passent autour de nous. De tous ceux que nous connaissons, le plus répandu, le plus diversement utilisé par la nature est sans contredit l'oxygène : combiné à presque tous les corps simples, il constitue la plus grande partie des substances minérales ; à l'hydrogène, au carbone, à l'azote il forme la base des végétaux et des animaux ; mélangé seulement à l'azote il forme cette immense couche d'air qui enveloppe toute la surface de notre globe, et sans laquelle tous les êtres organisés ne pourraient exister.

Après l'oxygène vient se placer en première ligne l'hydrogène. Ainsi que je l'ai déjà dit, il est partie constituante de toutes les substances végétales et animales ; en outre il entre dans quelques composés minéraux, dont le plus important, le plus répandu peut-être de tous est l'eau.

La grande part que prend l'hydrogène dans une foule de combinaisons chimiques, les phénomènes si variés auxquels il donne naissance ont dû nécessairement appeler sur lui l'attention des chimistes. Son étude a provoqué des recherches fécondes en résultats ; mais ce corps paraît si bizarre dans ses combinaisons, certains composés qu'il forme nous présentent des propriétés si étranges que leur étude laisse encore beaucoup à désirer, et que jusqu'alors on n'a pu se livrer qu'à des conjectures à leur égard.

Les particularités si singulières qui caractérisent les combinaisons de ce corps me l'ont fait choisir pour sujet de la thèse que je soumets aujourd'hui à l'examen des professeurs de l'École de pharmacie de Paris. Puisse ce premier essai leur prouver que je me suis efforcé de légitimer la récompense qu'ils m'ont accordée, distinction que je dois surtout à leurs savantes et utiles leçons !

Leur bienveillance a été pour moi un encouragement à la production de ce travail, dont les difficultés, je ne me le dissimule pas, sont au dessus de mes forces. J'espère toutefois qu'on me pardonnera de l'avoir entrepris si, parmi les propositions souvent dissidentes qu'il renferme, il en est qu'on ne juge pas indignes d'être discutées.

De l'analogie que l'on remarque entre les propriétés de certains corps, j'ai fréquemment tiré des conséquences par trop hazardées peut-être; mais si l'on considère combien de nouvelles découvertes ont surgi de ces applications de l'analogie, combien elle est un utile auxiliaire dans l'étude de la chimie, ces considérations sur la manière d'être des divers composés, restreintes d'ailleurs aux faits dont l'existence m'a paru irrécusable, se présenteront à l'esprit dégagées d'hypothèses, autant du moins que peut le permettre l'état de questions aussi controversées.

De l'Hydrogène.

L'hydrogène est un de ces corps qui servit de base à la belle théorie que nous devons au génie de l'immortel Lavoisier, et aux savantes discussions qu'elle souleva entre tous les principaux chimistes de son époque. C'est en partie à l'examen attentif, à la connaissance exacte de quelques-unes de ses propriétés, que nous devons la réforme de la théorie du phlogistique et les découvertes qui ont porté l'étude de la chimie pneumatique au degré de perfection où nous la voyons aujourd'hui. Si l'on en croit certains auteurs c'est à ce corps, vraiment curieux et digne de toute l'attention des chimistes et des physiciens, ainsi que des méditations profondes des philosophes, que l'on doit attribuer tous les phénomènes chimiques qui se passent autour de nous, dans la nature vivante comme dans la nature morte.

Mais avant que de telles idées, qui nous ramènent pour ainsi dire au temps des méthamorphoses, fussent écoutées, il faudrait que l'expérience vînt confirmer le raisonnement, et je doute beaucoup que de long-temps encore on arrive à de telles conséquences, on parvienne à approfondir un sujet aussi abstrait.

L'hydrogène ou le corps simple par excellence, duquel, dit-on, tous les autres ne sont que des modifications purement physiques, se combine avec un grand nombre de corps élémentaires ou composés. Les combinaisons qu'il produit diffèrent essentiellement les unes des autres et par leurs propriétés et par leur composition, suivant les groupes auxquels il est uni; mais si l'on considère avec attention ses propriétés générales on est réellement embarrassé quand il s'agit de définir sa nature et de désigner la véritable place qu'il doit occuper dans toute classification naturelle ou artificielle, ainsi qu'on peut en juger en comparant les diverses opinions des auteurs qui se sont occupés de ce sujet.

MM. Thénard et Berzélius l'ont placé parmi les corps simples non métalliques ou métalloïdes ; M. Dumas au contraire le regarde comme un métal... électro-positif; M. Ampère l'a associé au carbone, et enfin M. Despretz en a fait un genre particulier.

Recherchons quelle est celle de ces opinions qui présente le plus de probabilités, et voyons quelles sont les objections que l'on peut faire à chacune d'elles.

Sans entrer dans aucune discussion sur le peu de valeur qu'on doit attribuer à la division des corps simples en métaux et en métalloïdes, tant les auteurs diffèrent sur la définition à donner à chacune de ces classes, tant la transition d'une classe à l'autre est insensible ; sans parler aussi du peu d'importance que doivent présenter les propriétés physiques des corps quand il s'agit d'une classification chimique, qu'il me suffise de rappeler le seul caractère qui, d'après les chimistes, trace une véritable ligne de démarcation entre les deux séries adoptées par MM. Thénard et Berzélius, pour faire voir combien sont peu fondées les raisons qui ont motivé le classement de l'hydrogène parmi les métalloïdes.

Les corps simples non métalliques se distinguent principalement des métaux par la propriété dont jouissent leurs combinaisons oxygénées de former des composés acides ou neutres, et jamais basiques (1). L'hydrogène est-il dans ce cas? Mais nous savons que l'eau ou oxide d'hydrogène remplit indistinctement et suivant les circonstances les fonctions d'acide et de base ; caractère qui la rapproche beaucoup des oxides de certains métaux, et particulièrement de ceux d'aluminium, d'antimoine et de tellure.

J'ajouterai encore que l'expérience prouve que les corps simples non métalliques sont les plus électro-négatifs de tous les corps, et que l'hydrogène étant classé parmi eux n'occupe pas la place que son degré d'électricité lui assigne. L'antimoine, le tellure, le silicium sont aussi les corps qui se rapprochent le plus de lui sous le rapport électrique ; et ce caractère ainsi que le précédent porte nécessairement à conclure que l'hydrogène ne doit point être rangé parmi les métalloïdes.

Doit-on pour cela le considérer comme un métal? c'est ce que je vais essayer de faire connaître ; mais avant de m'exprimer sur ce point, je crois utile de rapporter en peu de mots les considérations sur lesquelles M. Dumas fonde son opinion.

Ce chimiste ayant remarqué que les corps simples qui se combinent avec l'hydrogène forment des produits dont plusieurs se ressemblent par leur nature, par leur proportion et par leur mode de con-

---

(1) Quoique je n'adopte point cette manière de voir, je la rapporte cependant, parcequ'elle est généralement admise par tous les chimistes.

densation, a pensé que l'on pourrait tirer de ces caractères des renseignements utiles pour établir une nouvelle classification. Dans un essai sur cette méthode, il est parvenu à ranger seize corps simples selon leur degré d'affinité pour l'hydrogène en quatre groupes bien distincts; ce qui le conduit à adopter pour ces corps la classification suivante :

Iode	789.	Tellure	800.
Brôme	489.	Sélénium	494.
Chlore	221.	Soufre	201.
Fluor	117.	Oxygène	100.

HYDROGÈNE.

Carbone (1)	38.	Azote	88.
Bore	136.	Phosphore	196.
Silicium	277.	Arsenic	470 (2).
Zirconium	420.		

Ainsi disposés, ces corps offrent ceci de remarquable que dans chaque groupe le poids atomique de chacun d'eux augmente à mesure que son affinité pour l'hydrogène diminue, et que le caractère métallique devient de plus en plus tranché, ce qui fait supposer que cet arrangement n'est point dû à une circonstance fortuite.

Se basant ensuite sur cette propriété que les corps qui se ressemblent le plus sont ceux qui ont le moins de tendance à se combiner, M. Dumas observe que si au lieu de classer ces corps comme ci-dessus, on les dispose dans un ordre inverse en plaçant près de l'hydrogène ceux qui ont le plus de ressemblance avec lui, ou le moins d'affinité pour lui, on obtient le tableau suivant :

Fluor.	Oxygène.
Chlore.	Soufre.
Brôme.	Sélénium.
Iode.	Tellure.

HYDROGÈNE.

Zirconium	
Silicium	Arsenic,
Bore.	Phosphore.
Carbone.	Azote.

D'où il conclut que l'hydrogène est un métal gazeux. Des considé-

(1) Le carbone ne me paraît pas devoir être classé dans le même groupe que le bore, le silicium et le zirconium.

(2) Il me semble que l'antimoine = 806 pourrait être placé immédiatement après l'arsenic.

rations d'une autre nature le portent à le confondre avec les métaux les plus électro-positifs, à tel point qu'il assure, avec la conviction la plus profonde, que si on parvenait à liquéfier ou solidifier l'hydrogène, il se présenterait avec tous les caractères physiques qui appartiennent à cette classe de corps.

Jusqu'alors il est impossible de s'assurer directement combien est fondée cette assertion, l'une des plus hardies, des plus ingénieuses peut-être qui ait été conçue ; toujours est-il que si jamais on parvient à démontrer la métallisation de l'hydrogène, les propriétés déjà si singulières de ce corps acquerront un nouveau degré d'intérêt. Quoi qu'il en soit, les considérations sur lesquelles s'appuie M. Dumas ne me paraissent pas assez bien établies pour faire envisager l'hydrogène comme un métal électro-positif, car il est quelques-unes de ses propriétés, outre le degré d'électricité dont il jouit, qui le rapprochent tellement des corps négatifs que la détermination réelle de sa nature devient alors plus difficile à préciser. Je vais rapporter deux faits qui me semblent avoir quelque importance, et qui tendent à faire regarder l'hydrogène comme jouant un rôle électro-négatif très prononcé.

1° Quand deux corps peuvent se combiner en plusieurs proportions, on remarque ordinairement (et ceci s'applique surtout aux corps les plus électro-négatifs) que le corps le plus électro-négatif des deux change de proportion, tandis que celle du corps positif reste la même. L'oxygène, le soufre, le chlore, l'iode, etc., se trouvent dans ce cas; l'hydrogène fait exception à cette règle, ainsi qu'on l'observe dans ses composés avec le carbone, le phosphore, l'azote, corps, comme l'on sait, beaucoup plus électro-négatifs que lui.

2° Quand un corps halogène ou amphygène s'unit à un corps simple, le composé qui en résulte possède en général des propriétés d'autant plus acides que ce dernier est plus électro-négatif. Or il est constant que l'hydrogène forme avec les corps halogènes les acides les plus puissants de cette classe de produits, et avec les amphygènes des composés auxquels on ne peut nullement contester les propriétés acides.

Actuellement je vais examiner si la réunion dans un même groupe de l'hydrogène et du carbone est naturelle, ainsi que l'a supposé M. Ampère. Les modifications qu'a subies sa classification à mesure que nos connaissances sur les propriétés des corps sont devenues plus exactes ; la séparation du carbone de l'hydrogène ; la formation d'un groupe tout particulier qu'a nécessitée ce dernier, seraient des motifs assez puissants pour ne pas pousser plus loin cet examen, si dans ces derniers temps un jeune chimiste, se basant sur des vues tout à fait nouvelles, n'avait conclu, après avoir essayé un rapprochement entre les composés du carbone et de l'hydrogène, que

ces deux corps étaient analogues, et que dans une classification naturelle par conséquent on ne devait pas les séparer l'un de l'autre.

Cette opinion étant la reproduction de celle de M. Ampère sera la seule que je discuterai ici, celle de M. Despretz se trouvant d'accord avec l'idée que je me fais de la nature de l'hydrogène.

Voici le rapprochement indiqué par M. Couerbe pour démontrer la probabilité de ses assertions.

C^2 O Oxyde de carbone.	C^2 S Proto-sulfure de carbone inconnu.
H^2 O Oxyde hydreux.	H^2 S Acide sulfhydrique
C^2 O^2 Acide carbonique.	C^4 Az^2 Cyanogène.
H^2 O^2 Oxyde hydrique.	H^4 Az^2 Amide.
C^2 S^2 Acide sulfo-carbonique.	C^6 Az^2 Cyanaque inconnu.
H^2 S^2 Sulfure d'hydrogène.	H^6 Az^2 Ammoniaque.

On remarque dans ce tableau que deux composés carbonés manquent pour compléter la série de combinaisons dans laquelle le carbone et l'hydrogène semblent jouer le même rôle ; mais M. Couerbe y supplée en certifiant que ces corps existent et qu'on les découvrira par la suite. Il va plus loin, il les a déjà nommés.

Pour moi, qui ne partage nullement la conviction de M. Couerbe, malgré le grand nombre de composés carbonés et hydrogénés qui présentent la même formule, je crains bien que la dénomination de cyanaque qu'il a donnée au composé encore inconnu correspondant à l'ammoniaque ne reçoive jamais son application. Voici sur quelles raisons j'appuie ma manière de voir :

Quand deux corps sont analogues ou, pour me servir des expressions de M. Couerbe, quand deux corps ont le même isomorphisme chimique, les composés qui résultent de la combinaison d'un corps quelconque avec chacun d'eux doivent avoir non seulement une composition, mais encore des propriétés analogues. Cette similitude dans les propriétés est, selon moi, de rigueur, et tous les corps qui ne la possèdent pas ne doivent pas être considérés comme tels. Or, comme les propriétés des composés correspondants de l'hydrogène et du carbone n'offrent point cette analogie, ainsi qu'on peut s'en convaincre facilement par l'examen du tableau ci-dessus, il s'ensuit que ces deux corps ne sont point isomorphes, chimiquement parlant, et qu'on ne peut les réunir dans le même groupe.

Si l'on veut avoir des exemples frappants de la vérité de cette loi, que l'on examine les composés correspondants du soufre et du sélénium, du chlore et de l'iode, du barium et du calcium, du potassium et du sodium, corps jouissant au plus haut degré de l'isomorphisme chimique, puis ensuite que l'on compare les composés du carbone et de l'hydrogène, et l'on jugera.

Cet examen, je n'en doute pas, suffira pour prouver que l'hydrogène n'offre aucune analogie avec le carbone; de plus il démontrera le peu d'importance que l'on doit attacher aux conclusions que ce jeune chimiste a tirées de ces observations; que sa théorie du sulfil, de l'oxil, du phosphul est peu fondée; et que les raisons qui le portent à abandonner le poids atomique du carbone donné par M. Berzélius ne sont que spécieuses.

Maintenant que j'ai démontré que l'hydrogène ne pouvait avec raison être associé au carbone, qu'il ne pouvait être classé parmi les métalloïdes ni parmi les métaux électro-positifs, il ne me reste plus qu'à rechercher quelle est sa nature, quelle place doit lui être assignée dans nos classifications.

Pour résoudre la première question, l'expérience directe, ainsi que je l'ai dit, ne peut encore rien nous apprendre; l'analogie seule peut nous servir de guide. J'ai fait connaître déjà les rapports qui existent entre l'antimoine, le tellure, l'aluminium et l'hydrogène; j'ai fait voir aussi combien le degré d'électricité de l'hydrogène le rapproche de l'antimoine et du tellure: ces caractères me paraissent assez concluants pour considérer la métallisation de l'hydrogène comme très probable. Mais il me semble plus rationnel de considérer l'hydrogène, d'après les observations que j'ai rapportées et malgré l'opinion de M. Dumas, comme un corps électro-négatif et non comme un corps électro-positif.

Quant à la solution de la seconde question, elle est pour le moment impossible, tant nos classifications sont imparfaites et répondent mal aux besoins de l'état actuel de la chimie. Chacun reconnaît aujourd'hui l'insuffisance des classifications artificielles quelque ingénieuses qu'elles soient, et il n'est pas un chimiste qui ne sente la nécessité d'une classification naturelle bien ordonnée. Aussi plusieurs se sont-ils occupés de ce genre de recherches. M. Ampère d'abord a essayé de résoudre ce problème important; mais si ce premier essai laisse beaucoup à désirer, on doit en accuser plutôt l'état peu avancé de la science au temps où il écrivait que l'idée première qui a présidé à sa création. Aussi lui reprochera-t-on d'avoir établi une division des corps simples reposant sur l'état purement physique de leurs produits, caractère évidemment plus artificiel que naturel; et en effet dans une classification de ce genre n'est-il pas tout à fait indifférent que les corps aient ou non une apparence métallique, donnent naissance à des produits soit gazeux, soit liquides ou solides, fixes ou volatils? M. Despretz en adoptant le plan de son devancier a su en éviter les écueils, et si sa classification n'est point parfaite encore, du moins offre-t-elle de grands avantages sur celle de M. Ampère.

M. Dumas en suivant une toute autre route chercha aussi à créer

une classification naturelle des corps. Les résultats qu'il obtint d'abord furent satisfaisants; mais bientôt de graves obstacles se présentèrent: il fallait les vaincre, et déja il en avait surmonté plusieurs, quand des difficultés plus grandes encore vinrent arrêter ses travaux.

Basée sur la nature, les proportions et le mode de condensation des combinaisons des corps élémentaires, la nouvelle méthode entreprise par M. Dumas, tout incomplète qu'elle soit, paraît remplir les conditions qu'exige une bonne classification naturelle. En résumé si la route suivie par MM. Despretz et Dumas est différente, les résultats en sont à très peu de chose près les mêmes.

Mais quel sera le point de départ de ces deux classifications? Prendra-t-on, comme l'a proposé M. Despretz, le degré d'électricité des corps élémentaires? S'il en est ainsi combien de corps différant essentiellement sous ce point de vue ne sera-t-on pas forcé de réunir dans le même groupe? et puis d'ailleurs une telle marche est-elle rationnelle? y trouvera-t-on ces rapports de conformité qui dans toutes les classifications naturelles nous conduisent insensiblement d'un groupe à un autre? A la vérité quelque groupes ou familles nous présentent des exemples évidents de cette transition progressive, mais combien d'autres sont loin de nous offrir un tel rapprochement!

Si jusqu'alors nos connaissances nous permettent de rassembler la plupart des corps dans des groupes distincts, il est certain qu'elles ne sont pas encore assez étendues pour établir une classification naturelle des corps inorganiques aussi bien définie, aussi précise que celles des corps organisés. La réalisation d'un tel projet n'est point encore possible; mais l'élan est donné, et c'est aux chimistes à faire tous leurs efforts pour doter la science d'un travail si nécessaire.

Des Combinaisons hydrogénées.

On connaît un grand nombre de combinaisons de l'hydrogène avec les corps simples ou composés. Une étude particulière de chacune d'elles m'entraînerait hors des limites que je me suis imposées; aussi me bornerai-je ici à en rapporter quelques-unes; je n'entrerai même point dans le détail de leurs propriétés, seulement je m'appesantirai sur celles qui présenteront quelques points relatifs à mon sujet.

Il n'est pas de corps qui donne lieu à des combinaisons douées de propriétés plus remarquables que l'hydrogène. Suivant la série des éléments avec lesquels il est combiné, on obtient des composés présentant des caractères plus ou moins opposés. C'est ainsi qu'avec le phtore, le chlore, le brôme, l'iode, il forme des acides énergiques; avec le soufre, le sélénium, des corps dont l'acidité est si faible que long-temps elle fut méconnue; avec l'oxygène un produit indifférent, qui remplit suivant les circonstances les fonctions d'acide ou de base;

avec l'azote, le phosphore, le carbone, des composés doués de propriétés basiques tellement prononcées dans le composé azoté, que l'on peut sans contredit l'assimiler aux oxydes des métaux alcalins; enfin avec le carbone, une foule de combinés absolument neutres.

Parmi ces combinaisons, on remarque que toutes celles qui sont acides ont des propriétés d'autant plus énergiques que l'affinité de leur radical pour l'oxygène est moindre; ainsi on voit le soufre, le sélénium, le tellure, donner lieu à des composés acides très faibles, qui augmentent de force avec l'iode, le brôme, et qui ont atteint leur maximum d'acidité avec le chlore, le phtore.

Il en est de même des composés hydrogénés auxquels on donne le nom de base salifiable. Chez eux aussi on remarque que plus le radical a d'affinité pour l'oxygène, plus sa tendance à devenir base salifiable est faible. L'azote, qui de tous les corps est un de ceux dont l'affinité pour l'oxygène est la moins grande, est celui dont la combinaison hydrogénée jouit de propriétés basiques les plus fortes. Après lui viennent le phosphore, le carbone; mais déjà les propriétés basiques de leurs composés sont tellement peu sensibles que plusieurs chimistes les ont révoquées en doute.

Dans les combinaisons hydrogénées, l'hydrogène est-il l'élément qui leur communique les propriétés acides ou basiques? Dans l'état actuel de la science une telle question doit paraître déplacée; cependant, comme je ne partage pas entièrement l'opinion générale sur ce point, je crois utile de donner quelques développements à ma pensée.

Les dénominations que les anciens chimistes donnaient aux acides et aux bases hydrogénés ne laissent aucun doute sur le rôle qu'ils attribuaient à l'hydrogène. Cette opinion, qui présentait toutes les chances possibles de probabilité, fut généralement adoptée jusqu'au moment où parut la théorie électro-chimique de M. Berzélius. Les conséquences et les lois que ce célèbre chimiste crut pouvoir formuler d'après cette nouvelle théorie le conduisirent à considérer, non pas l'hydrogène, comme on l'avait fait jusqu'alors, comme le principe acidifiant des hydracides et basifiant des hydrobases, mais bien le corps avec lequel il est uni. Depuis cette époque, tous les chimistes sans exception admirent les conclusions de M. Berzélius; et si maintenant encore on conserve les dénominations d'hydro acide et d'hydrobase, c'est plutôt pour faciliter le langage et ne pas abandonner des expressions consacrées par l'usage, que pour se conformer à la nomenclature actuelle.

Cependant je ne crois pas cette manière de voir tout à fait exempte de reproche, et malgré les vérités incontestables que la théorie électro-chimique seule pouvait nous révéler, surtout dans le cas dont

il s'agit, il me semble que dans cette circonstance même elle admet quelques exceptions.

De nouvelles vues théoriques sur la nature des sels, des acides et des bases, sur leur mode de combinaison, me portent à élever quelques doutes sur l'opinion de M. Berzélius relativement à la propriété basifiante de l'élément négatif des hydrobases. Quoique je ne conteste nullement la propriété acidifiante du principe électro-négatif des hydracides, je pense que l'hydrogène, malgré son électricité moins négative, prend une grande part dans l'acidification de ces composés.

Les nombreuses expériences de M. Berzélius sur les sels l'ont conduit à des considérations qui, quoique n'étant point adoptées par tous les chimistes n'en sont pas moins exactes. Selon lui, le soufre, le sélénium, le tellure possèdent comme l'oxygène la propriété de former des acides et des bases qui par leur combinaison réciproque donnent naissance à des sels. Ceux qu'il parvint à obtenir lui offrirent tant d'analogie avec les oxysels qu'il n'hésita pas à les assimiler à cette classe de composés, et à avoir recours à eux pour bien définir leur nature et les lois auxquelles ils sont soumis. Or l'on sait positivement que les acides oxygénés ne s'unissent aux bases qu'autant que celles-ci ont l'oxygène pour élément négatif; les mêmes résultats s'observant avec les sulfacides et les sulfobases, on doit alors en conclure que dans les sélénisels et les tellurisels l'élément négatif de l'acide doit être le même que celui de la base. Mais il n'en est pas ainsi; car la théorie électro-chimique nous apprend quelle tellure est un des corps le moins électro-négatif. Alors si on admet que les combinaisons du tellure correspondant à celles du soufre ou de l'oxygène donnent lieu à des produits analogues, on remarque bientôt que les conclusions que je viens de rapporter sur la nature et le mode de combinaison des sels ne peuvent être adaptées aux tellurisels, car le tellure en se combinant avec l'arsenic ou l'antimoine, par exemple, donnera lieu à un acide dans lequel le principe acidifiant sera l'élément électro-positif. Ainsi, au lieu de dire tellurarséniate ou tellurantimoniate potassique, on devra nécessairement appeler ce sel, si l'on prend pour guide la théorie électro-chimique, arsénitellurate ou antimonitellurate potassique; et cette dénomination fera supposer que dans ce composé le potassium y est à l'état d'arséniure ou d'antimoniure, et que l'arsenic ou l'antimoine en est le principe acidifiant.

L'hydrogène, selon moi, se trouve dans le même cas que le tellure, et son degré d'électricité, qui le place le dernier des corps électro-négatifs, le fait considérer à tort comme le principe basifié et acidifié des composés dans lesquels il entre. Ne connaissons-nous pas, en effet, des combinaisons hydrogénées basiques; l'expérience ne nous démontre-t-elle pas que ces hydrobases ne peuvent s'unir qu'avec les hydracides; les composés qui en résultent ne sont-ils pas de

véritables sels? Or, si ce sont des sels, ils doivent être soumis à la même règle que les oxysels, et l'hydrogène doit être le principe acidifiant de l'acide et basifiant de la base, car aucune combinaison saline réelle ne peut s'effectuer si ces conditions ne sont point remplies.

Si l'on veut au contraire rester fidèle à la théorie électro-chimique, on est obligé ou d'admettre que ce sont les éléments positifs qui donnent aux composés les propriétés basiques et acides, ou de s'écarter des lois qui régissent les sels. Sans doute de tels résultats sont contre toutes les règles, contre tous les principes avoués de la chimie; il faut donc que d'autres causes président à ces phénomènes contre la solution desquels vient échouer la théorie électro-chimique.

Alors que je crois avoir démontré que l'hydrogène, contrairement aux idées reçues, est le corps auquel il faut attribuer les propriétés basiques des hydrobases; qu'il participe aux propriétés acides des hydracides tout aussi bien que l'élément négatif de ces composés; enfin que la théorie électro-chimique ne peut, dans cette circonstance, que nous donner de faux renseignements, il ne s'agit plus que de donner une explication qui vienne confirmer ma manière de voir, et résoudre cette question importante.

Le plus souvent les corps simples se combinent entre eux en plusieurs proportions; ces combinaisons s'effectuent presque toujours de telle manière que l'élément électro-négatif seul change de proportion, tandis que l'élément positif au contraire ne varie jamais. L'oxygène, le soufre, le chlore, le brôme, l'iode, qui sont les corps les plus électro-négatifs, sont aussi ceux qui nous présentent cette propriété au plus haut degré; l'azote, le phosphore, le bore, qui immédiatement après eux sont placés sur l'échelle électro-chimique, n'offrent plus la même propriété relativement à tous les corps plus positifs qu'eux; mais il en est d'autres qui, quoique doués d'une électricité négative beaucoup moins prononcée, possèdent encore cette faculté, de telle sorte que, dans quelques circonstances, ils se trouvent être les principes positifs du composé; tels sont: le soufre, si l'on n'adopte point le degré d'électricité que lui assigne M. Berzélius, mais surtout le tellure, l'hydrogène. Cependant si l'on considère que chacun d'eux, ainsi qu'on le remarque avec l'oxygène, le soufre, le chlore, le brôme, l'iode, produisent des combinaisons acides et basiques; que dans ces combinaisons ce sont eux qui toujours en sont les principes acidifiants et basifiants; enfin que quand ces corps se combinent entre eux c'est toujours celui dont les proportions sont variables qui communique au composé les propriétés acides, on ne peut se refuser d'attribuer à cette manière d'être une certaine influence sur l'acidification de ces produits et d'accorder aux conséquences qu'on peut en tirer une préférence marquée sur celles qui sont déduites de la théorie électro-chimique.

Ces vues théoriques nous expliquent encore pourquoi l'hydrogène est le principe basifiant des hydrobases, pourquoi aussi les hydracides, suivant qu'ils sont en présence d'une hydrobase ou d'un autre composé basique ayant pour élément négatif le même corps que celui qui est combiné à l'hydrogène, peuvent s'unir indistinctement avec l'un ou avec l'autre. En effet, tandis que l'hydrogène dans ses combinaisons avec l'azote, le phosphore, l'arsenic, le carbone est l'élément dont les proportions varient, nous le voyons, au contraire, s'unir en une seule proportion aux corps avec lesquels il forme des combinaisons acides. Or, puisque les proportions de l'hydrogène dans les hydracides sont invariables comme celles du corps auquel il est combiné, il doit en résulter, d'après les considérations que je viens d'énoncer, que l'hydrogène peut, suivant les cas, être principe acidifiant et principe acidifié. Les combinaisons des oxydes, des sulfures, des phtorures, des chlorures, des hydrures, etc., avec leurs hydracides correspondants ne sont-elles pas concluantes en faveur de cette opinion.

Des combinaisons de l'Hydrogène avec le Phosphore.

Malgré les nombreux travaux auxquels se sont livrés les chimistes sur les composés de l'hydrogène et du phosphore, le nombre de combinaisons qu'on peut obtenir est loin d'être connu d'une manière positive. Henri Rose d'abord admit comme certaine l'existence de cinq composés hydrogénés du phosphore; plus tard M. Dumas les réduisit à deux, qu'il nomma hydrogène protophosphoré, ou gaz non spontanément inflammable, et hydrogène perphosphoré, ou gaz spontanément inflammable. Depuis M. Henri Rose, qui reprit l'étude de ces corps, ne reconnut plus dans les deux gaz de M. Dumas qu'un seul et même produit $Ph^2 H^6$, et les expériences récentes de M. Graham sont venues confirmer cette opinion. En effet ce savant chimiste démontra par des expériences non contestées que l'inflammabilité spontanée du gaz hydrogène perphosphoré n'était qu'accidentelle; que non seulement on pouvait la détruire ou la rétablir à volonté, mais encore qu'il était possible de communiquer cette propriété au gaz non spontanément inflammable. M. Henri Rose, plus récemment encore, a constaté l'exactitude des résultats obtenus par M. Graham.

M. Leverrier s'est livré, il y a peu de temps, à quelques recherches sur les combinaisons de l'hydrogène et du phosphore; il publia un mémoire, dans lequel il établit par des analyses qui paraissent rigoureuses que l'hydrogène peut se combiner avec le phosphore en plusieurs proportions, et donner lieu à quatre phosphures bien distincts qui, d'après la remarque qu'il en fait lui-même, offrent une correspondance parfaite avec la série des composés oxygénés de l'azote.

Malgré ces résultats, qui s'accordent si bien avec l'opinion émise par M. Dumas dans ses leçons orales, à l'égard des combinaisons de l'azote et de l'hydrogène, puisqu'il admet que ce corps en se combinant avec l'azote donne lieu à autant de produits et dans les mêmes proportions que ceux que forme l'azote avec l'oxygène, ce célèbre chimiste ne paraît point regarder comme réelle l'existence de ces divers phosphures, car dans sa dernière leçon sur les hydrogènes phosphorés il a persisté dans la manière de voir que j'ai énoncée plus haut, et qui consiste à ne considérer jusqu'alors qu'une seule combinaison du phosphore avec l'hydrogène.

Si j'ai rapporté ici cette observation c'est que, si l'on admet avec M. Dumas l'existence possible d'une série de composés hydrogénés de l'azote correspondant à la série d'oxydation de ce même corps, je ne vois nullement pour quelle raison on rejetterait un pareil rapprochement pour les combinaisons de l'hydrogène avec le phosphore, dont l'analogie avec l'azote ne peut être mise en doute, quand surtout les résultats sur lesquels on se base sont tous déduits d'expériences directes.

Quelle que soit la divergence de ces opinions sur les combinaisons hydrogénées du phosphore, il reste démontré que le composé $Ph\,H^3$ ou mieux $Ph^2\,H^6$ existe, puisque chacun est d'accord sur sa nature, ses propriétés, sa composition. Ce composé est celui dont je parlerai dans la discussion de la théorie de l'ammonium, et que je considère comme une base malgré l'opinion de quelques chimistes qui lui contestent ses propriétés basiques, et qui cependant lui reconnaissent la faculté de former avec les acides bromhydrique, iodhydrique, des produits cristallisables, décomposables par l'ammoniaque et les oxydes métalliques, en produisant les mêmes phénomènes que ceux que l'on observe lors de la décomposition d'un sel bien déterminé par ces bases.

Ces caractères, joints à ceux dont jouit ce gaz de se combiner avec quelques chlorures électro-négatifs, me paraissent suffisants pour le faire considérer comme une base peu puissante à la vérité, mais enfin comme une base réelle ; et s'il ne possède pas tous les caractères qui distinguent ces composés, il faut principalement en attribuer la cause à son peu d'affinité pour l'eau.

Des combinaisons de l'Hydrogène avec l'Azote.

L'incertitude qui règne sur le nombre des combinaisons de l'hydrogène avec le phosphore se présente encore dans les composés hydrogénés de l'azote. Jusqu'alors on n'en connaît qu'un seul qui soit réellement bien déterminé ; c'est celui qui résulte de la combinaison de 6 atomes d'hydrogène et de 2 atomes d'azote (gaz ammoniac). Les

diverses réactions auxquelles il donne naissance en présence de certains corps, sa transformation en produits d'une nature et d'une composition particulières ont porté quelques chimistes à supposer, pour expliquer ces phénomènes plus ou moins compliqués, l'existence de plusieurs composés de l'hydrogène avec l'azote : tels sont ceux qui ont donné lieu d'une part à la théorie des amides, et de l'autre à celle de l'ammonium. Quoiqu'on ne soit point encore parvenu à isoler l'amide et l'ammonium de leurs combinaisons, plusieurs chimistes regardent leur existence comme très probable.

J'examinerai seulement avec quelques détails les faits sur lesquels repose la théorie de l'ammonium; je ne m'occuperai point de celle des amides, parceque les corps qui lui ont donné naissance, tels sont l'oxamide, l'urée, offrent un groupement atomique si variable et si peu certain qu'on peut faire subir à leurs éléments, selon les circonstances et la nature des réactions du moment, des évolutions différentes. D'un autre côté, les chimistes sont si peu d'accord sur l'extension à donner au mot amide; la définition généralement admise pour caractériser cette nouvelle classe de corps peut se rapporter à tant de composés si différents ; les produits qu'elle renferme sont pour la plupart encore si mal déterminés, surtout ceux qu'on désigne sous les noms de sulfamide, sulfimide, carbonamide, amidures d'argent, de potassium, de sodium, de fer, de cuivre (ces deux derniers n'ont encore été ni vus ni obtenus), ou fondés sur des inductions si conjecturales, comme la benzamide, la succinamide, qui résultent de la combinaison de deux composés binaires jusqu'alors inconnus, que rien ne paraît encore moins certain que l'existence des amides. Disons cependant que la benzamide et la succinamide sont les seuls corps qui donnent un caractère de vraisemblance à cette théorie.

Si l'on en croit M. Dumas, il doit encore exister deux autres composés de l'hydrogène et de l'azote; j'ai déjà fait connaître sur quels motifs est basée cette opinion, c'est à l'expérience à nous démontrer si ces prévisions théoriques sont fondées.

Théorie de l'Ammonium.

La découverte des métaux alcalins par Davy produisit une véritable révolution dans la science; chacun voulut répéter les expériences du savant chimiste anglais, et s'assurer de leur exactitude. Ce fut pour vérifier les résultats importants auxquels Davy était parvenu relativement à la réduction des oxydes alcalins, que M. Berzélius entreprit une série de recherches sur ce sujet; mais la pile qu'il avait à sa disposition n'étant pas assez forte, il chercha à y suppléer en employant une autre méthode. Le mercure, comme conducteur négatif, lui parut propre à remplir le but qu'il désirait atteindre. Ses

essais furent couronnés du plus grand succès; non seulement la potasse et la soude se réduisirent avec facilité, mais l'ammoniaque liquide soumise aux mêmes épreuves se décomposa plus facilement encore, et comme avec les oxydes alcalins il se forma un amalgame très léger, cristallisable, doué d'un brillant remarquable. M. Berzélius attribua ce phénomène vraiment curieux à la formation d'un nouveau métal qu'il appela ammonium.

Pour prouver la vraisemblance de son opinion, M. Berzélius rapporta tous les phénomènes qui se passent lors de la réaction des divers corps simples ou composés sur l'ammoniaque, et conclut d'après leur identité avec ceux qui résultent de l'action des mêmes corps sur la potasse ou la soude que les sels ammoniacaux doivent être considérés comme des composés à base d'ammonium. Dès lors on put expliquer sans difficulté l'analogie qu'on remarque entre l'ammoniaque et les oxydes alcalins et faire disparaître les anomalies que présentaient ses propriétés, en rapportant toutes les réactions entre les combinaisons salines à des phénomènes de même nature.

Mais cette hypothèse si ingénieuse est-elle basée sur des faits irrécusables? On a lieu d'en douter, puisqu'un assez grand nombre de chimistes n'admettent nullement les idées de M. Berzélius. Ils expliquent les diverses réactions que produisent certains agents chimiques sur l'ammoniaque d'une manière toute différente, qui satisfait néanmoins l'esprit; et cependant tout en avouant que l'ammoniaque joue dans le plus grand nombre des cas le rôle d'un oxyde, ils ne pensent pas pouvoir adopter comme réelle l'existence de l'ammonium, parce que toutes les tentatives pour l'obtenir à l'état de liberté ont été infructueuses jusqu'alors; et se fondant ensuite sur la propriété qu'ont les corps combustibles entre eux de former des acides, ils concluent à l'existence de bases salifiables de même nature.

Toute hypothétique qu'elle paraisse, cette théorie, je ne crains pas de le dire, serait généralement adoptée si ces objections, les seules qu'on lui oppose, avaient plus de valeur. En effet, n'admet-on pas comme réelle l'existence d'une foule de corps que l'on n'est point encore parvenu à dégager de leurs combinaisons? S'il fallait partir de ce principe que tout corps que l'on n'a pu obtenir à l'état de liberté n'existe point, combien alors n'en faudrait-il pas rayer de nos ouvrages! et sans aller chercher ceux dont l'existence est la plus douteuse, ceux qui ne servent à expliquer les réactions qu'au moyen de théories plus ou moins compliquées, je me bornerai à citer les acides nitrique, acétique, le phtore, etc., que tous les chimistes s'accordent à regarder comme existant véritablement, quoique les tentatives pour les avoir libres de toute combinaison soient jusqu'alors demeurées infructueuses.

La seconde objection ne me paraît pas mieux fondée que la première, et nos connaissances sur la nature des acides et des bases, ainsi que je l'ai déjà fait voir, sont loin d'être assez précises pour lui donner de la gravité. Si l'on compare au contraire d'après l'ancienne et la nouvelle théorie toutes les réactions, tous les phénomènes auxquels donne naissance l'ammoniaque, sans aucun doute, on reconnaîtra à l'hypothèse de M. Berzélius un avantage immense; en effet, la théorie de l'ammoniaque peut-elle nous expliquer pourquoi la présence de l'eau est indispensable dans les combinaisons de l'ammoniaque avec les oxacides, pourquoi ses combinaisons avec les hydracides n'en renferment pas? etc., etc.

Malgré cette supériorité incontestable de la nouvelle théorie sur l'ancienne, l'hypothèse de M. Berzélius est-elle l'expression de la vérité? Si l'on se borne à en faire l'application seulement aux composés ammoniacaux, nul doute que toutes les chances de probabilités sont en sa faveur; mais il ne suffit pas seulement qu'une hypothèse puisse expliquer théoriquement toutes les réactions qu'éprouve un corps, il faut aussi qu'elle puisse s'adapter à toutes les réactions semblables d'un autre corps qui présente avec lui une analogie réelle. Que signifierait par exemple une hypothèse qui exprimerait parfaitement certaines réactions du chlore, et qu'on ne voudrait point admettre pour expliquer celles de l'iode ou du brôme? La théorie de l'ammonium se trouve cependant dans ce cas; et sous ce point de vue on peut lui faire une ou plusieurs objections très sérieuses.

On ne peut contester l'analogie du phosphore et de l'azote, tous les chimistes sont d'accord sur ce point; par contre il doit exister une analogie entre les azoture et phosphure d'hydrogène; leur composition, leurs propriétés basiques, le même mode de condensation de leurs éléments en sont autant de preuves. Or s'il est bien reconnu que l'hydrogène phosphoré soit analogue à l'ammoniaque il ne doit y avoir qu'une seule et même théorie pour rendre compte des mêmes phénomènes auxquels chacun d'eux peut donner naissance. Ainsi l'hydrogène phosphoré se combine directement avec les acides iodhydrique, bromhydrique; comme lui l'hydrogène azoté s'unit directement à ces deux acides; les produits qui résultent de ces diverses combinaisons se comportent de la même manière, ils sont décomposés les uns et les autres en produisant les mêmes phénomènes, par conséquent on doit leur appliquer la même théorie. Ici je pense que l'hypothèse de M. Berzélius est en défaut; car il me semble qu'on ne peut admettre, et M. Berzélius lui-même partage cette opinion, que l'hydrogène phosphoré en se combinant aux acides iodhydrique, bromhydrique leur enlève l'hydrogène qu'ils contiennent, et se l'approprie pour se convertir en un métal composé; de même qu'on ne peut raisonnablement supposer que les produits

de ces combinaisons soient un bromure ou un iodure de ce métal.

Je citerai encore un exemple :

D'après leurs propriétés, les bases salifiables peuvent se diviser en plusieurs séries bien distinctes. Ici je ne ferai mention que des deux séries qui sont généralement admises par tous les chimistes, les seules qui soient relatives au sujet qui nous occupe; les unes qui s'unissent directement aux oxacides, les autres qui ne peuvent entrer en combinaison avec eux qu'autant qu'elles sont en présence d'une certaine quantité d'eau qu'elles retiennent si obstinément une fois la combinaison opérée, qu'on ne peut la lui enlever sans leur faire éprouver une décomposition totale. La première série comprend tous les oxydes métalliques, la seconde tous les alcalis organiques, y compris le gaz oléfiant et le gaz ammoniac.

Alors qu'il est certain que l'ammoniaque se comporte vis-à-vis des acides oxygénés et hydrogénés de la même manière que les alcaloïdes, il faut donc aussi en conclure, d'après l'hypothèse de M. Berzélius, que ces bases organiques s'emparent, au moment de leur combinaison avec les acides, d'une certaine quantité d'hydrogène qui les constitue soit métal, soit radical, n'importe....

Il paraît que M. Berzélius a prévu cette objection; toujours est-il qu'il a parfaitement compris que pour être conséquent il fallait qu'il rapportât à des phénomènes du même ordre les réactions de l'ammoniaque et des bases végétales; car après avoir discuté et rejeté l'opinion de certains chimistes qui attribuent les propriétés basiques des alcaloïdes à l'ammoniaque, il se croit permis de considérer les alcalis végétaux comme des composés qui, en s'unissant aux hydracides, forment une espèce de sels haloïdes auxquels l'hydracide ajoute justement la quantité d'hydrogène nécessaire pour que l'azote, s'il s'y trouve à l'état d'ammoniaque, soit transformé en ammonium.

La réserve avec laquelle ce célèbre chimiste expose cette hypothèse, qu'il n'adopte point, me semble prouver assez combien on doit lui accorder peu de confiance; aussi tous les chimistes, même les partisans les plus zélés de la théorie de l'ammonium, ne l'ont-ils point admise.

Des considérations dans lesquelles je viens d'entrer, je crois pouvoir conclure que la théorie de l'ammonium ne saurait être soutenue lorsqu'on en veut faire l'application au-delà des composés ammoniacaux, et que, dans ces circonstances, celle de l'ammoniaque doit lui être préférée. Mais, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, cette dernière pèche réellement en ce sens qu'elle ne peut nous apprendre pourquoi l'ammoniaque, les alcaloïdes, jouissent de propriétés particulières si différentes de celles des autres bases. Cette dissemblance est pour nous encore une énigme dont l'explication ne paraît pas facile. Beaucoup de chimistes déjà se sont efforcés d'en chercher la solu-

tion, et malgré les nombreuses interprétations qu'ils ont présentées la question reste indécise. Je me hasarderai à émettre sur ce point une opinion qui m'est propre.

Partant des observations faites par M. Berzélius, que le soufre, le tellure, le sélénium possèdent, ainsi que l'oxygène, la faculté de former des acides ou des bases qui, par leur combinaison réciproque, donnent naissance à des produits qui sont de véritables sels, je considère comme doués de la même faculté le chlore, l'iode, le brôme, le phtore, le cyanogène et l'hydrogène.

Les combinaisons de l'hydrogène présentent deux séries de corps doués des propriétés les plus opposées: les uns sont acides, les autres basiques. Or comme tout composé acide s'unit principalement avec un composé basique, pourvu que l'élément acidifiant de l'acide soit aussi le principe basifiant de la base, il découle de cette règle que la combinaison des hydracides avec les hydrobases est rationnelle : elle explique aussi d'une manière satisfaisante pourquoi les hydrobases ne peuvent se combiner directement aux oxacides pour former de vrais sels sans l'intermédiaire de l'eau. Mais l'eau est un hydracide, elle peut donc s'unir aux hydrobases; aussi connaissons-nous des hydrates de gaz ammoniac, d'alcalis végétaux, de gaz oléfiant. L'eau n'est-elle pas encore un oxacide ou une oxybase? alors elle conserve malgré sa combinaison avec une hydrobase la propriété de s'unir aux acides et aux bases oxygénés. Tel est le résultat que nous obtenons dans les oxysels ammoniacaux où l'eau est combinée avec l'hydrobase par son hydrogène et avec l'oxacide par son oxygène.

Cette manière d'envisager les sels ammoniacaux nous fait connaître aussi pourquoi dans les combinaisons des alcaloïdes avec les oxacides l'oxygène de ceux-ci n'est point dans un rapport constant avec l'oxygène de la base comme dans les oxydes métalliques. Mais l'oxacide est-il combiné avec l'alcaloïde? n'est-ce point au contraire avec un hydracide que l'alcaloïde a primitivement opéré sa combinaison? Or puisque les hydracides s'unissent aux hydrobases atome à atome, on peut en conclure que la combinaison des alcalis végétaux avec les oxacides doit s'effectuer dans les mêmes proportions. Ces considérations ne s'accordent-elles pas en effet avec les expériences de M. Liébig, qui a trouvé que les bases salifiables végétales s'unissaient aux acides dans les proportions d'un atome de l'un pour un atome de l'autre.

On voit par là que l'hypothèse que je propose remplit toutes les conditions désirables; non seulement elle nous donne une explication nette, exacte des anomalies qui jusqu'alors semblaient exister dans les combinaisons des oxacides avec l'ammoniaque, mais encore les lois qui régissent la composition des sels y sont rigoureusement observées.

Cependant, comme il doit paraître surprenant, d'après la théorie que je viens d'esquisser rapidement, de voir un véritable sel neutre se combiner avec un acide pour donner lieu à un nouveau sel, neutre comme lui, je crois nécessaire de donner quelques développements à ma pensée sur la manière d'être des combinaisons des hydracides avec les hydrobases quand elles viennent à s'unir aux divers acides.

Dans les hydracides l'hydrogène et le corps avec lequel il est combiné peuvent être l'un et l'autre, ainsi que je l'ai démontré et suivant les circonstances, principes acidifiants. Dans les hydrobases c'est toujours l'hydrogène qui en est le principe basifiant. Alors quand un hydracide se combine avec une hydrobase, puisque c'est par son hydrogène que l'hydracide agit, il doit y avoir neutralité absolue de l'hydrogène de l'acide avec l'hydrogène de la base. Comme l'élément basifié ne peut jamais devenir principe basifiant, il doit en résulter que ce corps ne peut plus contracter de combinaison. Dans l'hydracide au contraire, où les deux éléments sont l'un ou l'autre principe acidifiant, il doit arriver, puisque l'hydrogène seul est neutralisé, que l'autre élément encore libre de toute combinaison s'unisse de nouveau avec d'autres composés qui ont pour principe acidifiant le même corps que lui; de telle sorte que les éléments binaires d'une combinaison d'un hydracide avec une hydrobase peuvent être considérés, lorsqu'ils se trouvent en présence d'un acide, vu d'un côté l'état de neutralité de l'hydrogène de l'acide avec l'hydrogène de la base, de l'autre l'état d'impuissance de l'élément basifié pour former un produit basique, comme une combinaison d'un radical composé avec un corps simple susceptible de s'unir aux composés du même genre que ceux dont l'hydracide d'où il provient faisait partie.

Je ne doute pas que cette hypothèse soulève quelques objections; j'en prévois déjà plusieurs: et d'abord l'on me demandera comment alors j'envisage la nature du produit que M. Berzélius nomme amalgame d'ammonium. Je conçois combien il est difficile de se représenter autrement la constitution de ce corps; cependant il me semble, d'après les observations que j'ai développées et les propriétés basiques incontestables du gaz ammoniac, que l'on peut, en attendant des preuves plus certaines, adopter l'opinion de MM. Gay-Lussac et Thénard.

L'isomorphisme que l'on remarque entre les sels ammoniacaux et ceux à base de potasse sera sans doute la seconde objection que l'on m'adressera. Je reconnais toute l'importance que l'on doit attacher à des caractères de ce genre; mais la loi de l'isomorphie n'offre-t-elle pas de nombreuses exceptions? En effet, nous voyons le nitrate de soude cristalliser en cubes et le chlorure de sodium affecter la même forme; cependant il s'en faut de beaucoup que ces deux corps aient le même nombre d'atomes. Alors, s'il existe des composés d'une na-

ture aussi différente qui soient isomorphes, si un acide plus l'oxygène de la base avec laquelle il est combiné possède le même isomorphisme qu'un corps simple très électro-négatif, pourquoi une hydrobase plus la quantité d'hydrogène de l'acide auquel elle est unie ne représenterait pas le même isomorphisme qu'un autre corps simple très électro-positif? La différence n'est point si tranchée que l'on ne puisse admettre l'une de ces considérations si l'on adopte l'autre.

Des combinaisons de l'Hydrogène avec le Carbone.

Le carbone est de tous les corps simples celui qui se combine avec l'hydrogène en un plus grand nombre de proportions. Maintenant on compte au moins 50 à 60 carbures hydrogénés bien distincts par leurs propriétés ou leur composition, et tout porte à croire que ce nombre s'accroîtra encore; car à mesure qu'on étudie les divers produits qui résultent de la décomposition des matières végétales ou animales par le feu, on découvre de nouveaux composés de carbone et d'hydrogène qui viennent prendre place parmi ceux que nous connaissons déjà.

Suivant quelques chimistes ces composés jouent le plus grand rôle dans les combinaisons organiques. Déjà Lavoisier avait émis l'opinion que les acides végétaux ne pourraient bien être que des oxydes de radicaux particuliers, dont l'hydrogène et le carbone seraient les principes constituants. Depuis M. Laurent a généralisé cette idée, et il a formulé une théorie qu'il applique à tous les composés de nature organique. On verra plus loin que, d'après certaines considérations sur la composition des sels, j'arrive, relativement à la constitution intime des acides organiques, à peu près aux mêmes conséquences que ces deux chimistes. Selon M. Laurent tous les composés organiques dérivent de divers carbures hydrogénés qui, quoique n'existant point pour la plupart, peuvent cependant être ramenés par la pensée à une composition fort simple. Basée entièrement sur la loi des substitutions que M. Dumas nous a fait connaître, cette nouvelle théorie peut, suivant son auteur, servir à expliquer non seulement les réactions que nous faisons naître, mais encore à dévoiler l'origine des corps compliqués qui se présentent à nous. A l'appui de sa manière de voir, M. Laurent cite plusieurs exemples, parmi lesquels on distingue celui-ci :

Méthylène $C^4 H^4$.	Radical oxalique $C^4 O^2$.
Méthylide $C^4 H^2 O$.	Acide oxalique $C^4 O^2, O$.
Acide formique $C^4 H^2 O, O^2$.	Cyanogène $C^4 Az.^2$.

Je suis loin de nier que dans certaines circonstances cette théorie

ne puisse avoir quelque chose de vrai, au contraire; mais il me semble que M. Laurent lui a donné une trop grande extension, et je crois en trouver la preuve dans l'exemple que je viens de rapporter. J'admets, si l'on veut, que le méthylide, les acides formique et oxalique dérivent du méthylène, et que leur formation s'effectue telle que M. Laurent nous l'indique; mais je ne puis concevoir comment le méthylène peut se transformer en cyanogène. En effet, M. Laurent a pris pour guide la loi des substitutions, il doit donc ne point s'écarter de cette loi. Or il n'a été démontré jusqu'à présent, dans aucun cas, que l'azote pût chasser l'hydrogène de ses combinaisons et se substituer à lui; je doute même que jamais on parvienne à de tels résultats, parceque l'azote n'est point un corps capable d'acidifier ni de basifier aucun autre corps, et que ceux là seuls qui sont doués de cette propriété me paraissent être les seuls aussi qui puissent se déplacer réciproquement. D'un autre côté la loi des substitutions nous apprend positivement que quand un nombre d'atomes d'hydrogène est déplacé, il se substitue à lui une quantité proportionnelle du corps décomposant; alors comment deux atomes d'azote pourront-ils déplacer quatre atomes d'hydrogène, puisque dans les composés où entre l'azote sa molécule est toujours représentée comme formée de deux atomes ainsi que celle de l'hydrogène. Ici, pour que la substitution pût être possible, si substitution il y a, il faudrait que ces quatre atomes d'hydrogène fussent remplacés par quatre atomes d'azote. On ne peut croire que la loi des proportions chimiques soit inexacte, il faut donc en conclure que la théorie de M. Laurent a reçu dans cette circonstance même une fausse application.

La loi des substitutions me paraît être une vérité démontrée; toutefois je la crois bornée à un petit nombre de corps. Jusqu'alors les seuls que l'expérience nous indique comme pouvant se substituer mutuellement les uns aux autres sont l'hydrogène et les corps halogènes et amphygènes. Ceux-ci possédant tous la faculté de produire des acides et des bases, il me semble que l'hydrogène doit partager avec eux cette propriété. Tels sont en partie les motifs qui m'ont déterminé à considérer ce corps comme principe basifiant et acidifiant des composés dans lesquels il entre.

Parmi les nombreux hydrogènes carbonés que nous connaissons plusieurs peuvent se combiner à certains acides; mais il en est un surtout dont les propriétés basiques ont été le sujet de vives discussions, c'est le gaz oléfiant ou carbure bi-hydrique, que je nommerai aussi éthérène. Les nombreux rapports que l'on remarque entre la constitution des sels ammoniacaux et des éthers me font adopter pour ces derniers la théorie que j'ai rapportée à l'article ammonium. Les uns et les autres se rattachent tellement par l'ensemble de leurs

4

caractères principaux qu'il est tout à fait impossible de les séparer sous ce point de vue.

Je n'entrerai donc point dans aucuns détails relatifs à la polémique qui s'est engagée entre les chimistes sur les diverses théories proposées pour dévoiler la véritable nature des éthers; je ferai seulement observer que l'analogie entre la composition et le mode de combinaison des sels à base d'ammoniaque et à base d'éthérène, que l'origine commune de ces deux bases qui prennent naissance par la décomposition des matières organiques sont incontestables, et qu'alors je ne comprends point comment des chimistes qui refusent une prédisposition moléculaire dans le groupement des éléments des éthers admettent cette même prédisposition dans les sels ammoniacaux.

Quoi qu'il en soit, les éthers ont été si bien étudiés dans ces derniers temps que leur histoire est une de celle qui, parmi les nombreuses séries de composés organiques, laisse le moins à désirer.

Cependant tous les chimistes, excepté ceux qui adoptent la théorie de l'éthyle, se méprennent sur la nature de certains composés qui font partie de cette classe de corps. Je veux parler principalement de l'alcool, de l'esprit de bois, etc., etc., que l'on considère comme des bi-hydrates de carbures hydrogénés. En effet puisque l'alcool est formé d'un atome de gaz oléfiant et de deux atomes d'eau, il doit paraître tout simple qu'on l'appelle bi-hydrate d'éthérène, puisque l'éther qui contient un atome d'eau en moins a reçu le nom de monohydrate. Mais si l'on réfléchit un instant à la composition de l'alcool, à sa manière d'agir, on s'aperçoit bientôt que les idées que l'on s'est faite jusqu'alors de la nature de ce produit sont loin d'être précises; car si l'on considère que l'éthérène ne peut s'unir aux oxacides qu'autant qu'il est préalablement combiné à un atome d'eau, qu'une hydrobase ne peut s'unir en plusieurs proportions avec un hydracide, on devra nécessairement regarder l'eau qui fait passer l'éther à l'état d'alcool comme groupée d'une manière toute différente de celle qui produit l'éther; en effet l'eau est un oxacide, et par conséquent peut se combiner avec les bases oxygénées. Or l'éther nous présente toutes les conditions désirables pour que cette combinaison ait lieu; aussi elle s'effectue en formant un vrai sel éthéré analogue à ceux auxquels donnent naissance les acides azoteux, oxalique, acétique, formique, etc., et que l'on doit nommer, si l'on se conforme au système d'idées adopté en France pour désigner les éthers en général, éther hydrique. Mais cette dénomination est employée par M. Thénard pour désigner l'éther; il l'a proposée après avoir judicieusement fait observer que celle d'éther sulfurique sous laquelle ce produit est connu depuis si long-temps était défectueuse. Sans doute M. Thénard a voulu établir par cette dénomination le rapport qui existe entre la composition de l'éther et celle des éthers hydrochlori-

que, hydriodique; mais on conçoit facilement combien ces expressions sont défectueuses, car elles peuvent faire supposer que le carbure bi-hydrique est de l'éther, ce qui n'est pas. Ainsi pour rétablir l'harmonie dans les combinaisons éthérées, appelons *Ether* le composé C^4H^8, H^2O quand il sera uni aux acides, hydrate d'éthérène quand il sera libre de toute combinaison; hydrochlorate, hydriodate d'éthérène les éthers hydrochlorique et hydriodique, etc.; et plaçons parmi les éthers à oxacides, l'alcool, que nous représenterons désormais par la formule C^4H^8, H^2O+H^2O.

Ces considérations conduisent naturellement à conclure, malgré les résultats obtenus par MM. Wohler et Liébig, Pelouze, que les acides sulfovinique et phosphovinique ne renferment point d'alcool, mais bien de l'éther dans leur composition; car on ne peut supposer que les acides sulfurique ou phosphorique puissent se combiner avec un sel dont l'eau remplit les fonctions d'acide. L'analyse de l'acide sulfovinique faite par M. Magnus, celle du phosphovinate de baryte, entreprise postérieurement au travail de M. Pelouze par M. Liebig, me paraissent être les seules qu'on doive admettre.

Il existe entre certains corps une si grande ressemblance dans les propriétés que l'on a dû nécessairement les réunir dans un même groupe, en former une même famille. Leur analogie est quelquefois si prononcée que si l'on vient à produire un composé avec l'un d'eux, il est presque permis de regarder comme certaine l'existence d'un composé correspondant avec chacun des corps de la même série. L'oxygène et le soufre sont peut-être de tous ceux qui offrent l'analogie la plus marquée. On peut citer une foule d'exemples où ces deux corps jouent le même rôle, et les combinaisons du carbure bi-hydrique nous en offrent un des plus caractérisés.

En se combinant avec l'oxyde d'hydrogène, l'éthérène donne lieu à deux produits, l'éther $C^4\ H^8$, $H^2\ O$ et l'alcool $C^4\ H^8$, $H^2\ O\ +H^2\ O$; avec le sulfide d'hydrogène il forme aussi deux combinaisons, l'une que l'on peut appeler hydrosulfate d'éthérène $C^4\ H^8$, $H^2\ S$, l'autre qui a été désignée par M. Zeize sous le nom de mercaptan $C^4\ H^8, H^2\ S + H^2\ S$.

Comme on le voit, la concordance la plus parfaite existe entre ces quatre composés. Dans les premiers c'est l'oxygène qui est le principe électro-négatif; dans les seconds c'est le soufre. L'hydrosulfate d'éthérène est donc l'analogue de l'éther, le mercaptan celui de l'alcool. Ici, qu'on le remarque bien, l'analogie est frappante; non seulement dans l'un et l'autre cas la composition de ces corps est la même, mais aussi leur réaction donne lieu à des phénomènes identiques.

L'alcool mis en contact avec le potassium ou le sodium se décompose; de l'hydrogène se dégage, et il se forme de l'oxyde de potassium ou de sodium, qui reste en combinaison avec l'éther:

$$C^4\ H^8\ H^2,\ O + H^2\ O + K = (C^4\ H^8,\ H^2\ O + K\ O) + H^2.$$

Le mercaptan placé dans les mêmes circonstances produit absolument les mêmes résultats; et l'action terminée on obtient le corps que M. Zeize a nommé mercaptide de potassium ou de sodium, exactement analogue par sa composition, sa formation au composé ci-dessus, ainsi que l'équation suivante va le démontrer:

$$C^4\,H^8,\,H^2\,S + H^2\,S + K. = (C^4\,H^8,\,H^2\,S + K\,S) + H^2.$$

C'est au moyen de l'alcool qu'on se procure tous les oxysels à base d'éther, de même c'est avec le mercaptan qu'on prépare les sulfosels éthérés. Déjà nous en connaissons, et le mercaptide de mercure n'est autre chose qu'un sulfosel de cette nature dans lequel le sulfure mercuriel joue le rôle d'acide. En un mot la similitude est si grande, que si l'on vient à se livrer avec soin à l'étude de ces derniers produits, on obtiendra facilement une foule de composés qui offriront une corrélation constante avec les oxysels éthérés. Dans ceux-ci c'est l'hydrate d'éthérène qui est combiné avec les oxacides; dans ceux là ce sera l'hydrosulfate d'éthérène qui s'unira aux sulfacides.

C'est donc à tort que M. Thénard a changé le nom de mercaptan contre celui d'acide sulfhydrovinique. Si nous recherchons la cause qui a engagé ce célèbre chimiste à adopter cette dénomination, nous voyons qu'il y a été conduit par un faux raisonnement; car loin de se rapprocher des acides sulfovinique et phosphovinique, ainsi qu'il l'a supposé, le mercaptan s'éloigne d'eux et par sa composition et par ses propriétés. En effet, ces acides peuvent être considérés comme des bi-sels d'éther et non de carbure bi-hydrique, et le mercaptan comme un bi-sulfhydrate de ce carbure. Celui-ci est décomposé lorsqu'on le met en présence des bases, ceux-là au contraire se combinent directement à elles.

J'ai dit ci-dessus que j'adoptais pour les combinaisons éthérées la même théorie que celle que j'ai exposée à l'article ammonium; j'ai fait connaître pourquoi je préférais l'une de ces théories à l'autre, et maintenant encore, malgré les difficultés que j'ai rencontrées, surtout dans les dénominations à donner aux divers éthers, difficultés qui se trouvent aplanies en adoptant la théorie de l'éthyle, je persiste dans l'opinion que j'ai développée.

L'action du potassium, du bi-oxyde d'azote sur l'éther; les combinaisons anhydres du gaz oléfiant avec certains chlorures métalliques, combinaisons que M. Zeize nomme sels éthérés (1); celles de l'acide

---

(1) Quoique M. Liébig ait annoncé, depuis le travail de M. Zeize, que ces sels renfermaient un atome d'eau, je pense que ces résultats méritent confirmation; car on ne peut contester les combinaisons des chlorures métalliques les plus électro-négatifs avec le gaz ammoniac, le gaz hydrogène phosphoré; et l'analogie entre les combinaisons du gaz ammoniac et celles de l'éthérène est si remarquable!

hydrochlorique avec la naphtaline, les essences de citron, de térébenthine qui, comme l'on sait, sont des composés de carbone et d'hydrogène, me paraissent être autant de preuves en faveur de la théorie de l'éthérène.

Des combinaisons Hydrogénées acides.

Les hydracides ne présentent, considérés sous leur rapport acide, rien de particulier; ils sont soumis comme les autres acides aux lois qui régissent cette classe si variée de corps; leurs réactions, leurs combinaisons sont les mêmes pour tous, et elles s'effectuent en produisant des phénomènes du même genre.

Parmi les hydracides il en est un cependant qui jouit de propriétés très remarquables; il ne paraît les partager avec aucun autre corps; je veux parler de cette faculté dont est douée l'eau (acide oxydhydrique) de s'unir à un grand nombre de composés acides, basiques ou salins sans leur faire éprouver aucune altération chimique.

Quand on étudie avec soin les composés acides de l'hydrogène on remarque, ainsi que je l'ai déjà dit, que plus leur radical a d'affinité pour l'oxygène plus les propriétés acides de l'hydracide sont faibles; l'eau nous offre ce caractère au plus haut degré; et en effet, n'est-ce pas avec l'oxygène lui-même que l'hydrogène est combiné? Aussi ce produit qui a reçu le nom d'indifférent possède-t-il des propriétés tantôt acides, tantôt basiques, et très souvent tout à fait neutres. C'est dans ses combinaisons avec les sels qu'on remarque surtout la neutralité de ce composé hydrogéné; et cette neutralité est telle que dans tous ces corps où on le rencontre, il ne leur communique jamais aucun caractères chimiques autres que ceux qu'ils possèdent lors même qu'ils en sont absolument privés. Leurs caractères physiques seuls éprouvent un changement très sensible; ainsi on voit varier la forme, la couleur ou la transparence, etc., de leurs cristaux, selon qu'ils contiennent ou non de l'eau de cristallisation.

Quand l'eau se combine à un acide oxygéné, elle joue le rôle de base; le composé qui en résulte correspond exactement par sa composition aux sels que cet acide forme avec les autres bases; il doit donc être considéré comme un sel; d'ailleurs il se comporte comme les autres sels dans ses réactions puisque sa base (l'eau) peut être chassée de sa combinaison par une base plus forte qu'elle. Si au contraire c'est avec un oxyde basique que l'eau s'unit, elle remplit envers lui les fonctions d'acide. Proust a donné à ces derniers composés le nom d'hydrates. Mais dans ces hydrates l'eau y est soumise aux mêmes lois que tous les autres acides; elle peut en être éliminée par un acide dont l'affinité pour la base surpasse la sienne; ce sont donc aussi de véritables sels : à eux seuls doit appartenir la dénomination d'*hydrates*.

L'eau se présente donc sous deux états différents dans ses combinaisons, suivant qu'elle est unie à tel ou tel corps ; dans les uns elle est à l'état d'eau de cristallisation, dans les autres d'eau de combinaison ; quelquefois on la rencontre sous ces deux états dans le même composé ; alors celui-ci est nécessairement un sel.

Depuis long-temps ces faits sont connus; mais les chimistes ne les envisagent pas tous de la même manière. Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer ces diverses combinaisons, mais aucune ne satisfait pleinement l'esprit. C'est ainsi que les uns voient dans l'eau le principal agent des propriétés acides ou basiques des corps ; que les autres regardent l'eau de cristallisation dans les sels comme y remplissant les fonctions d'une base, quelle qu'en soit la proportion; mais il est facile de concevoir combien de telles hypothèses sont inadmissibles. Le plus grand nombre, quoique reconnaissant à l'eau ses propriétés acides ou basiques, ne considèrent pas, quand ce liquide est combiné soit avec un acide, soit avec une base, le produit de cette combinaison comme un sel.

Cette manière de voir est évidemment une erreur qui tient à l'idée que les premiers chimistes se sont fait de la nature des acides et des bases, et qui s'est perpétuée jusqu'à nous malgré nos connaissances aujourd'hui plus précises.

Enfin quelques-uns adoptent la version que j'ai rapportée ci-dessus, et les expériences de M. Graham sur l'acide phosphorique viennent lui donner une nouvelle force. Ainsi toutes les fois que l'eau dans un sel jouera le rôle d'acide ou de base, on pourra la remplacer par une proportion correspondante d'un acide ou d'une base plus forts qu'elle: exemple, acide sulfurique hydraté, et mieux sulfate d'eau ; potasse caustique, ou mieux hydrate de potasse ; bi-tartrate de potasse ou tartrate double d'eau et de potasse, etc., etc. Elle sera au contraire de l'eau de cristallisation tant que l'addition d'un acide ou d'une base, qu'elle soit ou non éliminée, ne pourra la remplacer dans les mêmes proportions. Exemple, sulfate de fer, sulfate de cuivre cristallisés.

A ces réflexions je crois devoir ajouter quelques mots sur l'action qu'exerce, selon moi, l'eau sur les acides et les bases. On sait que ces composés, entièrement dégagés de toute combinaison, sont des corps absolument neutres aux papiers réactifs. Jusqu'alors tous les acides et les bases anhydres que l'on est parvenu à se procurer sont dans ce cas, et il me semble qu'on peut, sans trop s'aventurer, généraliser ce fait. J'admettrai donc que les acides et les bases anhydres, malgré leur neutralité apparente, sont toujours des acides et des bases conservant en eux les propriétés qui les caractérisent, et ne les développant que lorsqu'ils sont en présence de corps capables de les exalter. L'eau par sa neutralité absolue remplit toutes les conditions nécessaires à la production de ce phénomène. Ce n'est pas elle qui com-

munique aux acides et aux alcalis la propriété acide et alcaline, comme on l'a supposé dans ces derniers temps, mais c'est seulement sous son influence que ces corps la manifestent. L'eau n'agit pas seulement comme dissolvant, mais elle agit par sa neutralité, qui est toute particulière et qu'aucun autre corps ne possède comme conducteur de leurs propriétés; et il doit en être ainsi, car nous savons que plusieurs liquides, l'alcool, l'éther par exemple, que nous appelons neutres parcequ'ils ne font éprouver aucun changement aux papiers colorés, enlèvent à plusieurs acides et alcalis qu'ils tiennent en dissolution la faculté de mettre en évidence les caractères qui leur sont propres.

Quand on pense au grand nombre d'hypothèses auxquelles un seul corps, l'eau, a donné naissance, on serait tenté de considérer la chimie comme une science encore au berceau. Quelle n'a pas été cependant sa marche rapide pendant ces derniers temps! n'est-ce point au contraire en voulant exalter dans le plus grand nombre des cas les propriétés de l'hydrogène et de ses composés, en leur attribuant un rôle qu'il eût été logique de restreindre à celui des produits du même ordre qu'on a fait surgir tant de controverses, plus propres à entraver la science qu'à hâter ses progrès.

La propriété la plus remarquable des hydracides est celle dont jouissent quelques-uns d'entre eux de pouvoir se combiner à une quantité proportionnelle du corps avec lequel l'hydrogène est déjà uni dans l'hydracide (1), et de donner naissance aux produits les plus extraordinaires que nous présente l'étude de la chimie.

Pour expliquer les réactions si singulières de ces corps, les chimistes ont eu recours à diverses hypothèses, dont aucune ne peut rendre exactement compte de tous les phénomènes.

Les diverses dénominations que l'on donne à ces composés nous démontrent que l'on est loin d'être d'accord sur leur véritable nature : en effet, deux opinions partagent les chimistes. Les uns admettent qu'il y a combinaison directe des deux corps, et les noms de bi-oxyde, peroxyde ou suroxyde d'hydrogène, per-sulfure ou hyper-sulfure d'hydrogène, ne laissent aucun doute à cet égard. Les autres ne voient en eux que des composés dans lesquels l'hydracide

---

(1) Il me semblerait assez rationnel de reconnaître cette même propriété dans tous les hydracides : ainsi les acides iodhydrique ioduré, bromhydrique bromuré, l'eau régale et le mélange d'acide azotique et d'acide phtorhydrique seraient les composés correspondants des acides oxhydrique oxygéné, sulfhydrique sulfuré. L'existence des séléniures séléniés fait supposer celle d'un acide selénhydrique sélenié.

D'après cette manière de voir l'eau régale serait un mélange d'une solution de bi-oxyde d'azote dans l'acide azotique, de la combinaison de l'acide chlorhydrique avec le chlore et d'eau indispensable peut être à ces sortes de composés.

est uni à une nouvelle quantité de son radical comme l'indique les dénominations d'eau oxygénée, d'acide sulfhydrique sulfuré. Recherchons laquelle de ces deux opinions doit être préférée.

Avant d'exprimer ma pensée sur ce sujet, je crois nécessaire de rapporter le passage dans lequel M. Thénard traite cette question dans sa *Philosophie chimique ;* alors nous connaîtrons les raisons qui l'ont conduit à admettre l'une plutôt que l'autre de ces dénominations. « Quand j'ai découvert le bi-oxyde d'hydrogène, dit M. Thé- « nard, l'ensemble de ses propriétés m'a conduit tout naturellement « à le désigner sous le nom d'eau oxygénée. Si plus tard, pour ne « pas choquer les habitudes de la nomenclature, j'ai adopté l'autre « dénomination, celle que j'avais préférée d'abord n'en indique pas « moins une vue de l'esprit plus en harmonie peut-être avec la ma- « nière d'agir de ce corps remarquable. Or, quand il s'agit de repré- « senter les résultats de l'analyse de cette substance, il est indiffé- « rent d'écrire : $H^2 O^2$, ou bien $H^2 O + O$. Mais quand il s'agit d'en « exprimer la vraie nature, le choix n'est plus sans importance, et il « n'est plus permis de dire à volonté bi-oxyde d'hydrogène ou eau « oxygénée.

« On ne saurait nier que la conversion si fréquente et si facile de « ce corps en eau et oxygène, ne semble indiquer la préexistence de « l'eau dans sa composition. Cependant, comme l'eau est un com- « posé très stable, on conçoit sans difficulté, d'autre part, que quand « même elle ne préexisterait point, elle pourrait se former dans les « circonstances où l'eau oxygénée se décompose. D'après cela, j'ai « dû rester dans le doute, et dès lors le nom de bi-oxyde d'hydrogène « emprunté au système général de la nomenclature a prévalu dans « mon esprit. D'ailleurs on conçoit que si je m'étais écarté des règles « adoptées jusque là, il aurait fallu non seulement se décider par « des motifs réels dans le choix de l'une des formules, mais aussi « dans l'exclusion de l'autre. »

L'indécision qui règne dans l'esprit de ce savant professeur, les raisons qu'il apporte en faveur de l'une comme de l'autre opinion, nous prouvent assez combien il est difficile de se prononcer nettement. Certains chimistes cependant ont tranché la question, et d'après la manière de voir qu'ils ont adoptée, ils n'ont pas craint d'établir des considérations de la plus haute importance, ainsi que je l'ai déjà fait voir. Il aurait donc fallu qu'ils nous fissent connaître les motifs qui les ont engagés à préférer l'une de ces opinions plutôt que l'autre. L'absence de preuves de leur part peut nous faire soupçonner qu'ils ont eu en vue bien plus le désir de créer quelques théories nouvelles que celui d'être fidèles à la vérité.

Non seulement l'ensemble des propriétés de ces corps, mais aussi des considérations d'un autre genre me portent à considérer, avec

quelques chimistes, l'eau oxygénée comme un composé dans lequel l'oxygène est combiné à l'eau.

J'ai eu occasion de faire connaître un caractère propre à distinguer quel est, dans un composé binaire, le corps qui joue le rôle principal, l'élément acidifiant qui peut en quelque sorte être considéré comme le principe électro-négatif; j'ai tiré, à l'aide de ce caractère, des conséquences telles que l'hydrogène dans les hydracides peut être regardé comme principe acidifiant et acidifié selon les bases avec lesquelles l'hydracide est combiné; je crois encore que ce même caractère, dans le cas présent, nous fournira des données en faveur de l'opinion que j'adopte Et en effet, d'après ce que j'ai exposé, puisque l'hydrogène est tantôt principe acidifiant, tantôt principe acidifié, il ne doit et ne peut exister entre lui et le radical de l'hydracide d'autre combinaison que celle qui constitue l'hydracide lui-même.

Admet-on au contraire que le bi-oxyde d'hydrogène est un suroxyde analogue aux peroxydes de potassium, de barium, etc.; que l'eau, de même que la potasse, la baryte, en passant à un degré supérieur d'oxydation ne produit ni composé acide, ni composé basique? Cette manière de voir me paraît peu fondée; d'abord parceque l'eau oxygénée, loin de se décomposer sous l'influence des acides forts, caractère essentiel des suroxydes, devient par leur présence beaucoup plus stable, et ensuite parceque les suroxydes qui ne sont ni bases, ni acides, proviennent tous, au contraire, du suroxyde hydrique, de métaux électro-positifs, ou en général de corps dont les oxydes sont les bases les plus puissantes, et présentent peu de caractères qui puissent leur faire attribuer des propriétés acides, tels sont les oxydes argentique, cuivrique, barytique, potassique, calcique, etc. L'acide sulfhydrique sulfuré nous présente encore des caractères différentiels plus tranchés.

Les hydracides en présence des oxydes métalliques se combinent-ils directement avec eux, ou en opèrent-ils la décomposition en se décomposant eux-mêmes? Cette question du plus haut intérêt philosophique est généralement connue sous la dénomination de *Théories des chlorures et des hydrochlorates*. C'est une de celles qui ont le plus occupé les chimistes; et malgré les savantes discussions auxquelles elle a donné lieu, l'incertitude la plus grande règne encore parmi eux. Je la crois assez importante pour devoir lui consacrer quelques instants.

Théories des Chlorures et des Hydrochlorates.

Un chlorure métallique hydraté, ou dissous dans l'eau, doit-il être considéré comme un chlorure ou comme un chlorhydrate d'oxyde

métallique? Telle est la question que je me propose d'examiner actuellement.

Avant d'aborder cette discussion, je crois nécessaire de rappeler les faits qui ont donné naissance à deux opinions si opposées.

Quand Lavoisier posa les règles de la chimie pneumatique, on croyait que l'oxygène était le seul corps capable de produire des acides; mais la véritable composition de l'acide chlorhydrique une fois connue on abandonna cette opinion. Malgré des preuves aussi claires et aussi patentes que celles qu'avaient présentées MM. Gay-Lussac et Thénard, des chimistes à la tête desquels se trouvait M. Berzélius refusèrent d'admettre la nouvelle composition de l'acide muriatique, tant la théorie sur laquelle reposait sa composition, et celle du chlore que l'on nommait alors acide muriatique oxygéné, paraissait bien s'accorder avec les phénomènes qu'on observait. Ce ne fut que quand la composition d'un autre acide que l'on croyait aussi oxygéné vint confirmer la nouvelle manière de voir des chimistes français que M. Berzélius ajouta foi à leurs expériences, et se décida à abandonner son opinion pour en adopter définitivement une autre basée sur des faits incontestables. La ressemblance que présentaient les combinaisons desquelles on retirait ces acides avec certains composés à oxacides fit dès lors regarder l'hydrogène, qui était un de leurs principes constituants, comme susceptible de former, ainsi que l'oxygène, des produits acides. Comme l'hydrogène dans ces composés paraît remplacer l'oxygène, on en conclut qu'il en était le corps acidifiant. De là la dénomination d'Hydracides que l'on a donnée à cette classe d'acides pour la distinguer de ceux formés par l'oxygène que l'on désigna sous le noms d'Oxacydes. On fit jouer à ces hydracides le même rôle qu'aux oxacides, c'est à dire qu'on supposa qu'ils pouvaient se combiner directement aux oxydes métalliques pour donner naissance à de véritables sels.

Pendant long-temps on ne chercha point à discuter cette opinion, tous les esprits étaient d'accord, tous les phénomènes s'expliquaient; mais des expériences faites sur le sel marin bien desséché, entièrement privé de son eau d'interposition, vinrent ébranler cette théorie. Beaucoup d'autres expériences furent entreprises dans le même but et confirmèrent de plus en plus les premières analyses. Elles constatèrent que ces composés ne renfermaient aucune trace d'hydrogène ni d'oxygène. Dès lors on voulut modifier la théorie et ne considérer tous les sels que jusqu'alors on avait cru formés d'un hydracide et d'un oxyde métallique, que comme des composés du métal de l'oxyde avec le radical de l'acide; mais les réactions que nous offrent ces corps, leur saveur, leur forme cristalline présentaient une si grande analogie avec les sels à oxacides que la plupart des chimistes refusèrent d'admettre ces nouvelles considérations, persistèrent dans leur manière

de voir et cherchèrent à l'étayer de tous les moyens imaginables. Ils firent marcher de front le raisonnement et les expériences, et les résultats qu'ils obtinrent, parlant à la fois en faveur de leur théorie comme en faveur de celle qu'on voulait lui substituer, ne leur parurent pas suffisants pour la leur faire abandonner. Cependant ils ne purent contester que le sel marin était un composé de deux corps simples, le chlore et le sodium, et non de deux corps composés, l'acide chlorhydrique et l'oxyde de sodium, et que tous les autres chlorures avaient une composition analogue; néanmoins ils persistèrent et admirent qu'aussitôt que ces composés se dissolvaient dans l'eau, celle-ci se trouvait décomposée de telle manière que ses éléments se combinaient avec ceux du chlorure et donnaient naissance à un véritable sel, dont l'hydracide faisait partie. Cette opinion fut combattue par plusieurs chimistes; de part et d'autre on apporta des faits à l'appui de la doctrine qu'on professait, et malgré ces savants débats la question en est toujours au même point.

Si aujourd'hui la plupart des chimistes admettent plutôt la combinaison du métal avec le radical de l'hydracide que celle de l'hydracide avec l'oxyde métallique, c'est qu'il leur paraît plus commode, plus facile de considérer ainsi ces composés que de se les figurer comme pouvant se décomposer et se recomposer en présence de l'eau sous l'influence des mêmes causes; et en effet, il est peu vraisemblable que les phénomènes se passent de cette manière. Mais pour leur faire préférer l'une de ces opinions plutôt que l'autre, les chimistes n'ont été conduits que par quelques vues théoriques qui n'ont pas suffi pour convaincre ceux qui adoptaient l'opinion contraire; jamais ils n'ont envisagé l'ensemble des phénomènes de cette classe de corps sous un point de vue général.

A quoi donc attribuer ce désaccord? à l'idée que d'abord l'on s'est formée des hydracides lorsque leur composition a été dévoilée. Ainsi parceque ces composés rougissent comme les oxacides les couleurs bleues végetales, parcequ'ils sont âcres, corrosifs comme eux, parceque mis en contact avec les bases salifiables, on obtient des produits cristallins dont la forme, la saveur ressemblent à quelques oxysels, on a cru que l'hydracide se combinait directement à l'oxyde métallique, et pour cette raison on a calqué la théorie de ces acides sur celle des acides oxigénés.

De là l'erreur qui maintenant est tellement accréditée que peut-être long-temps encore on la verra se perpétuer parmi les chimistes.

Ainsi donc l'erreur provient d'une fausse interprétation des phénomènes; et en effet, pourquoi voudrait-on que les hydracides exerçassent une action toute différente des autres acides? pourquoi voudrait-on qu'ils se conduisissent envers les bases salifiables d'une manière toute particulière? L'hydrogène est-il un corps si extraordinaire qu'il

faille établir tout exprès des lois pour définir ses combinaisons ; et malgré la bizarrerie qu'on remarque entre les propriétés des différents groupes de composés où il entre comme principe constituant, il n'en est pas moins soumis aux mêmes lois qui régissent les autres corps. Alors pourquoi s'écarter de ces lois, de ces principes!

Si l'hydrogène obéit aux mêmes lois qui régissent tous les autres corps simples, il est tout naturel d'admettre que ses composés sont soumis aux mêmes lois que les autres composés du même genre. Or, si laissant de côté les caractères physiques des hydracides, on ne considère ces produits que comme des combinaisons d'hydrogène avec un corps halogène par exemple, puisqu'on les assimile aux composés de ce même corps halogène avec les autres corps simples, c'est à dire qu'on regarde l'acide phtorhydique comme un phtorure d'hydrogène analogue aux phtorures de bore, de silicium, etc., alors toutes les difficultés disparaîtront, toutes ces anomalies, tous ces faits jusqu'alors inconcevables pourront s'expliquer, et les chimistes enfin reconnaîtront qu'il n'existe, qu'il ne doit exister qu'une seule théorie, qu'une seule manière d'interpréter les faits.

Si l'on compare les principales propriétés de chacun de ces composés, on trouve entre elles une coïncidence remarquable qui prouve incontestablement le peu de foi qu'on doit accorder à la théorie des hydrochlorates. En effet, qu'on prenne un de ces phtorures, celui de bore, et qu'on le mette en contact ainsi que le phtorure d'hydrogène avec un corps simple ou composé, puis qu'on examine les phénomènes auxquels ils donnent lieu, et l'on reconnaîtra que dans l'un et l'autre cas les réactions seront identiques.

Non seulement il en est ainsi avec tous les autres hydracides haloïdiques, mais encore les oxacides, les sulfacides et les hydracides des corps amphygènes se comportent de la même manière. Il est inutile de tracer ici un examen comparé des diverses réactions auxquelles donne naissance chacun de ces acides; on peut facilement s'en rendre compte; et toujours l'on observera que ces réactions se produisent en vertu des lois de l'affinité, c'est à dire que toutes les fois que deux composés se trouveront en présence il y aura décomposition si, dans la circonstance où ils se trouvent placés, un corps de l'un de ces composés a plus d'affinité pour un des corps de l'autre composé que pour celui avec lequel il est combiné.

Si l'on applique ce raisonnement, que l'on ne peut contester, aux théories des chlorures et des hydrochlorates, le choix entre l'une ou l'autre ne sera plus difficile, et l'on reconnaîtra combien celle des hydrochlorates est dénuée de vraisemblance. Cependant comme les partisans de cette dernière théorie font valoir en sa faveur plusieurs considérations, je ne crois pouvoir mieux faire que de rapporter et discuter celles qui sont consignées dans le *Traité de chimie* de

M. Thénard, cinquième édition. Au moment où M. Thénard publia cette édition il était un des plus zélés défenseurs de la théorie des hydrochlorates; il est donc à présumer qu'il a recherché toutes les raisons qu'il a supposées bonnes pour fortifier l'opinion qu'il avait adoptée.

Après avoir étudié l'action de l'eau sur les chlorures métalliques, M. Thénard se demande si quand leur dissolution a lieu dans ce liquide il y a ou non décomposition. Voici comment il s'exprime pour examiner cette question : « Les faits ou les observations qui appuient « le plus la première hypothèse (la théorie des chlorures) sont : 1° que « le chlore a une grande affinité pour les métaux; 2° qu'en exposant à une évaporation spontanée des dissolutions de chlorures de « sodium, de potassium et de barium il s'y forme peu à peu des cristaux qui sont réellement composés de chlore unis à ces métaux à « l'état métallique; 3° que les résidus que l'on obtient en évaporant « doucement ces mêmes dissolutions jusqu'à siccité sont également « des chlorures; 4° que la dissolution des chlorures dans l'eau se fait « sans donner lieu le plus souvent à aucun des phénomènes qui se « produisent lorsque les corps se combinent intimement; 5° que dans « la deuxième hypothèse l'on est forcé d'admettre la transformation « subite des hydro-chlorate, en chlorures par la seule force de cristallisation, et de supposer d'ailleurs que les chlorures et les hydro-« chlorates se transforment réciproquement les uns dans les autres, « dans un grand nombre de circonstances avec une facilité extrême. »

Si à ces observations on ajoute, ainsi que l'a fait remarquer M. Gay-Lussac, que quand on fait réagir l'acide cyanhydrique pur sur le bi-oxyde de mercure, on obtient un composé de cyanogène et de métal, plus de l'eau qui se dégage; si on rapporte avec M. Dumas que quand on verse de l'éther dans une solution aqueuse de chlorures d'or, de fer, de mercure qui, d'après la théorie des hydrochlorates devraient alors être des chlorhydrates d'oxydes métalliques, puis qu'on agite le mélange, l'éther, après un instant de repos, se rassemble à la partie supérieure et forme une couche tenant en dissolution les chlorures à l'état de chlorure; avec M. Berzélius que le prussiate jaune de potasse cristallisé qui renferme précisément la quantité d'eau nécessaire pour produire de la potasse et de l'oxyde ferreux avec le potassium et le fer, et de l'acide hydrocyanique avec le cyanogène, abandonne cette eau à la température ordinaire, non seulement dans l'air sec, mais encore dans le vide, on aura quelques faits puissants en faveur de la théorie des chlorures.

Actuellement je vais rappeler et discuter les unes après les autres les considérations que donne M. Thénard à l'appui de la seconde hypothèse : « Mais si l'on considère, poursuit ce célèbre chimiste, « 1° que le chlore a une très grande affinité pour l'hydrogène, puis-« qu'il l'enlève à tous les autres corps, et que l'oxygène en a lui-même « une très grande pour la plupart des métaux. »

L'affinité du chlore pour un métal est presque toujours plus grande que celle de l'oxygène pour le même métal, plus grande que celle qu'il a pour l'hydrogène lui-même. Or quand l'acide chlorhydrique se trouve en contact avec un oxyde métallique, toutes les conditions favorables pour qu'une décomposition ait lieu ne se trouvent-elles pas remplies?

« 2° Que la force de cristallisation peut produire des effets considérables, puisque certaines pierres qui contiennent de l'eau dans « leur intérieur sont capables de se fendre lorsque celle-ci vient à se « congeler. »

Il me semble que la rupture des pierres par l'effet de la congélation de l'eau n'a aucun rapport avec la transformation des chlorures en hydrochlorates et réciproquement. Aussi je ne chercherai point à discuter ce fait, entièrement étranger au sujet; chacun comprendra parfaitement l'énorme différence qui existe entre une cristallisation au moyen de laquelle on suppose qu'a lieu la décomposition d'un corps, et une cristallisation uniquement considérée sous le point de vue de sa dilatation.

« 3° Que le chlorure de calcium élève de plus de 50° la tempéra« ture de l'eau dans laquelle on le dissout, quoiqu'il y ait sans doute « beaucoup de calorique qui devient latent au moment où la dissolu« tion s'opère. »

Le dégagement de chaleur est en effet un des signes les plus certains qui annoncent une combinaison, et ce fait parlerait beaucoup en faveur de la théorie des hydrochlorates, si l'on n'avait une foule d'exemples qui prouvent qu'il peut y avoir combinaison, production de chaleur sans qu'on admette pour cela le moindre changement dans la constitution intime des corps. Ainsi quand on projette de l'eau sur du sulfate de cuivre ou de fer anhydres, n'y a-t-il pas un dégagement considérable de calorique? Il y a combinaison à la vérité, mais admet-on que l'eau est décomposée et que ses éléments se sont dissociés? Non; l'eau s'est combinée au sulfate de cuivre ou de fer à l'état d'eau, alors pourquoi ne se combinerait-elle pas ainsi avec les chlorures pour former des chlorures hydratés? D'ailleurs quand on fait dissoudre les chlorures de sodium et de potassium n'obtient-on pas au contraire un abaissement de température qui exclut toute idée de combinaison?

« 4° Que l'acide hydrochlorique est un acide puissant, qui par con« séquent tend à s'unir aux bases avec beaucoup de force. »

Certes, je suis loin de nier l'acidité énergique de l'acide hydrochlorique; mais quant à sa grande tendance à s'unir avec les oxybases, c'est ce que je lui conteste.

« 5° Que l'on ne peut nier l'existence des hydrochlorates ter« reux. »

Parceque en faisant chauffer une solution d'un chlorure de glucinium, d'yttrium ou d'aluminium, etc., etc., il arrive un moment où il y a production d'acide hydrochlorique et d'oxyde métallique, faut-il en conclure qu'il existe réellement des hydrochlorates terreux? Je ne le pense pas, et les lois de l'affinité viendront encore nous expliquer cette décomposition ; n'est-ce pas un fait bien certain que le chlore a un peu moins d'affinité pour les métaux terreux que ceux-ci pour l'oxygène. Alors le chlorure terreux et l'oxyde hydrique, tous deux en présence et aidés d'une certaine température, subissent une décomposition analogue à celle que l'on remarque quand on met un oxyde en contact avec du chlore ; seulement le contraire a lieu; mais dans l'un et l'autre cas les lois de l'affinité sont parfaitement observées: le métal abandonne le corps avec lequel il était combiné pour s'unir à un autre pour lequel il a le plus d'affinité. Dans cette expérience il ne se passe rien que de bien ordinaire, rien que l'on ne puisse prévoir.

Mais il est encore une autre observation que l'on peut faire valoir en faveur de l'existence des hydrochlorates terreux; elle est fondée sur l'action que les chlorures dissous dans l'eau exercent sur les couleurs bleues végétales qu'ils font virer au rouge; preuve certaine, irrécusable, dit-on, qu'il s'est formé de l'acide chlorhydrique, qui, malgré sa combinaison avec l'oxyde terreux, n'en conserve pas moins une réaction acide par le peu de tendance de ce dernier à s'unir avec les acides; phénomène entièrement analogue à celui qu'on observe dans la combinaison du même oxyde avec l'acide sulfurique.

Ce rapprochement, cette analogie qu'offre la dissolution du chlorure aluminique, par exemple, avec le sulfate d'alumine, de rougir le tournesol, serait une preuve suffisante en faveur de la théorie des hydrochlorates s'il n'était point reconnu que les acides ne sont pas les seuls corps jouissant de la propriété de rougir les couleurs bleues végétales; que ce caractère n'est pas exclusif chez eux, et que par conséquent on connaît des corps qui ne sont point des acides et qui rougissent le tournesol, et d'autres, auxquels personne ne conteste les propriétés acides, qui ne font éprouver aucun changement à cette couleur. Pourquoi le chlorure aluminique ne rougirait-il pas le tournesol tout aussi bien que le chlorure cyanique, le chlorure iodique, le chlorure hydrique (acide hydrochlorique) auxquels, il est vrai, on attribue des propriétés acides? mais pourquoi n'en attribuerait-on pas aussi au chlorure aluminique puisque, comme eux, il se combine aux chlorures des métaux électro-positifs? d'un autre côté la combinaison oxygénée de l'aluminium ne s'unit-elle pas aux oxybases comme celles de l'iode, du cyanogène, de l'hydrogène?

« 6° Que les chlorures en se dissolvant dans l'eau prennent des « teintes semblables à celles des dissolutions salines de mêmes

« bases dans lesquels les métaux sont bien sûrement oxydés; par « exemple, que le proto-chlorure de fer, qui est blanc, devient vert « comme le proto-sulfate de fer; que le chlorure de cobalt, qui est « gris-blanc, produit une liqueur rose comme le proto-sulfate de co- « balt; que le chlorure de nickel, qui est jaune d'or, colore l'eau en « vert comme le fait le proto-sulfate de nickel, etc. »

M. Chevreul, à qui l'on doit cette remarque, n'a sans doute pas recherché la cause de la coloration des dissolutions salines rapportées ci-dessus, car il se serait fort bien aperçu que ce n'est point aux sels que l'on doit cette coloration, mais bien à l'eau avec laquelle ils sont combinés. Et en effet, si l'on prend du proto-sulfate de fer cristallisé qui est vert, qui donne des dissolutions de couleur verte, et qu'on le prive entièrement de son eau de cristallisation sans lui faire subir de décomposition, on l'obtient sous forme d'une poudre blanche comme celle du proto-chlorure de fer; si sur ce proto-sulfate de fer anhydre on verse une certaine portion d'eau, il passe de suite au vert comme le fait le proto-chlorure de fer. Il en est de même pour les oxysels de cobalt et de nickel. Ces faits nous prouvent d'une manière évidente que ce n'est point à l'oxyde métallique qu'est due la coloration des sels qu'il forme avec les acides, mais à l'eau qu'ils tiennent en combinaison.

« 7° Qu'en versant dans les dissolutions de chlorure de manga- « nèse, de fer, de mercure, une dissolution de protoxyde de potas- « sium, l'on obtient des précipités d'oxydes de manganèse, de fer, de « mercure, etc.; et que, pour expliquer ce phénomène dans la pre- « mière hypothèse, il faudrait admettre que le protoxyde de potas- « sium cédât son oxygène à ces métaux, et que le potassium se com- « binât avec le chlore. »

Pourquoi donc n'admettrait-on pas que le protoxyde de potassium cède son oxygène au métal du chlorure, et que le potassium se combine alors avec le chlore? Ne rencontre-t-on pas plusieurs exemples semblables dans la décomposition de certains oxysels par des métaux? Ne voit-on pas le fer se recouvrir à l'instant d'une couche de cuivre au moment où on le plonge dans une dissolution saline de ce dernier métal? Ne voit-on pas le même effet se produire quand on introduit dans une dissolution saline un métal plus électro-positif que celui qui forme le radical du sel? Toutes ces réactions sont soumises aux lois de l'affinité, toutes lui obéissent indistinctement.

« 8° Qu'en remplaçant dans l'expérience précédente le protoxyde « de potassium par l'ammoniaque, il se précipite aussi des oxydes « métalliques, et qu'il se forme non plus un chlorure, mais un hy- « drochlorate d'ammoniaque, ce qui, dans l'autre manière de voir, « ne peut se concevoir qu'en supposant que l'eau se décompose au « moment de l'addition de l'alcali. »

Pour ceux qui admettent la théorie de l'ammonium et qui considèrent l'ammoniaque caustique comme l'oxyde d'un métal, ou mieux d'un corps analogue aux métaux, toute difficulté disparaît, et l'explication des phénomènes rentre dans la classe de ceux que j'ai discutés dans l'article précédent. Pour ceux au contraire qui préfèrent la théorie de l'ammoniaque et qui ne voient dans l'ammoniaque liquide qu'un composé d'hydrogène et d'azote dissous dans l'eau, il faut nécessairement qu'ils admettent la décomposition de ce liquide. Mais cette manière de voir est inexacte; l'ammoniaque liquide n'est point une simple dissolution aqueuse du gaz $Az^2 H^6$, mais bien une véritable combinaison dans laquelle l'eau joue le rôle d'un acide; de sorte que le sel qui en résulte et qui offre une analogie de propriétés et de composition avec les sels ammoniacaux à hydracide, doit se comporter, d'après les raisons que j'ai rapportées, p. 24 comme un oxyde métallique, et produire des réactions tout à fait identiques.

« 9° Si l'on considère enfin que certains chlorures produisent une « liqueur sensiblement acide quand on les met en contact avec l'eau, « il nous semble que la seconde hypothèse deviendra plus probable « que la première. »

Cette question de l'acidité que possèdent certains chlorures dissous a été traitée page 39. Je la regarde comme toute naturelle dans ces corps. Je ne crois pas nécessaire de revenir sur cette propriété dont j'ai déjà parlé.

Des observations que je viens de rapporter, je crois pouvoir conclure qu'il n'existe point d'hydrochlorates d'oxydes métalliques, et que les chlorures dissous dans l'eau n'éprouvent aucune altération de la part de ce liquide, à moins que des réactions toutes particulières dépendantes des lois de l'affinité ne viennent troubler leur état moléculaire.

DES SELS.

L'histoire des sels, cette partie si importante de la chimie, était connue des anciens sous le nom de Halurgie.

D'abord on appela sels les corps qui présentaient un caractère de sapidité ou de solubilité quelconque; plus tard on restreignit cette dénomination à tout produit soluble dans moins de cinq cents fois son poids d'eau; ainsi des acides, des alcalis, des sels proprement dits, des substances végétales et animales étaient rangés dans la même série sans distinction aucune. Mais quand la chimie devint une science exacte, quand on disposa tous les corps connus dans des classes différentes suivant leurs propriétés et les principes qui les constituaient, on n'admit plus sous le nom de sels que les composés résultant de la combinaison d'un acide avec une base salifiable.

Depuis, les nouvelles découvertes qui ont été faites en chimie ne permettant plus qu'on laissât subsister la définition si simple, si claire, que les chimistes du dix-huitième siècle avaient donnée aux sels, on proposa plusieurs modifications dans le but de faire coïncider ce groupe de corps avec l'état actuel de nos connaissances; mais aucune d'elles n'embrasse d'une manière générale tous les composés qui peuvent prendre place dans cette classe de produits. Parmi ces modifications il en est deux surtout qui se font remarquer, l'une par sa simplicité et je dirai presque par sa précision; l'autre par l'extension que lui a donnée son auteur et par la nouveauté des vues scientifiques auxquelles elle conduit.

La première est due à M. Soubeiran; mais je la crois restreinte à un trop petit nombre de corps. En effet, M. Soubeiran nomme sel « tout produit qui résulte de la combinaison de deux corps oxygénés « dont l'un remplit les fonctions d'acide, et l'autre les fonctions de « base. » Déjà on a démontré que les combinaisons oxygénées ne sont pas les seules qui jouissent exclusivement de cette propriété, et que d'autres en sont douées comme elles.

La seconde a été indiquée par M. Berzélius; mais comme elle est, pour ainsi dire, le résumé entier d'une vaste et ingénieuse théorie, comme un grand nombre de chimistes l'adoptent aujourd'hui, je crois nécessaire d'entrer dans quelques détails à son égard.

Quand il fut reconnu d'après les belles expériences de MM. Thénard et Gay-Lussac, Davy et Faraday, que le sel marin n'était pas formé par la combinaison d'un acide avec une base salifiable, mais bien qu'il résultait de l'union directe d'un corps simple, le chlore, avec un métal, le sodium, on cessa de le considérer comme un sel. La plupart des chimistes adoptèrent cette manière de voir; mais M. Berzélius ne voulant pas qu'un produit qui avait donné son nom à une classe de composés, quand alors sa composition réelle n'était point encore dévoilée, ne conservât pas son nom générique primitif, a étendu, pour éviter ce qu'il appelle une inconséquence, la signification du mot sel au-delà des combinaisons des corps oxydés.

Une étude spéciale, approfondie de ces divers produits à conduit ce chimiste à diviser les sels d'après leurs principes constituants en deux classes.

Dans la première, il a rangé les sels qu'il a nommé *Sels Haloïdes*, et qui sont composés immédiatement d'un métal et d'un corps halogène. Il appelle ainsi le chlore, le brôme, l'iode, le phtore, le cyanogène et le sulfo cyanogène; dans la seconde, il comprend tous les composés d'un oxyde avec un acide oxygéné; mais comme il s'est assuré par des expériences nombreuses que d'autres corps que l'oxygène pouvaient, par leurs combinaisons avec les corps simples, donner lieu à des acides et à des bases salifiables qui, en se combinant

les uns avec les autres, formaient des produits soumis aux mêmes lois de composition que les sels oxydés, il en conclut que ces composés étaient de véritables sels, qu'il assimila à ceux dont l'oxygène fait partie, et qu'il réunit dans la même classe. Il leur donna le nom de *Sels Amphydes*, de celui d'amphygène sous lequel sont désignés les corps simples qui forment la base de ces composés salins : ce sont l'oxygène, le soufre, le sélénium et le tellure.

Cette nouvelle manière d'envisager les sels devait nécessairement apporter une modification remarquable dans les définitions que jusqu'alors on avait données à ces produits ; aussi M. Berzélius définit-il un sel : « Un composé formé de corps qui anéantissent complétement et réciproquement leurs propriétés électro-chimiques. »

Je ne sais si je comprends bien le sens de cette définition; cependant il me semble que non seulement elle peut s'appliquer aux sels, mais encore à une foule d'autres composés dont les propriétés diffèrent essentiellement. Ainsi quand l'oxygène se combine à un métal, les propriétés électro-chimiques de l'oxygène et du métal ne se trouvent-elles pas anéanties tout comme elles s'anéantissent quand un oxyde électro-positif s'unit à un oxyde électro-négatif ? Ne pourrait-on pas en dire autant du chlore et d'un métal, d'un chlorure positif et d'un chlorure négatif? A la rigueur ne peut-on pas appliquer un raisonnement semblable aux phosphures, arséniures métalliques, et même encore à toute combinaison chimique? Aussi je pense que la définition des sels employée par M. Berzélius doit être rejetée faute d'une précision rigoureuse, puisqu'elle se rapporte à des produits distincts et par leur composition et par leur nature. D'un autre côté les bases sur lesquelles repose sa division des sels en deux classes ne me paraissent pas mieux fondées. Je vais chercher à le démontrer.

Chacun connaît l'analogie de l'oxygène, du soufre, du sélénium, et du tellure; aussi la réunion de ces différents corps dans une même famille est-elle très naturelle. La famille des chloroïdes n'est pas moins remarquable considérée sous ce point de vue. Mais si les corps de ces deux familles ne se ressemblent point par l'ensemble de leurs propriétés, on ne peut nier qu'il existe entre elles de nombreux rapports qui ne permettent point de les séparer l'une de l'autre, qui les lient ensemble de la manière la plus irréfragable. Aussi quand on étudie attentivement les réactions d'un corps d'une de ces familles, ne tarde-t-on point à reconnaître que les corps de l'autre famille donnent lieu à des phénomènes pour ainsi dire identiques; quelquefois même la ressemblance entre quelques-uns d'entre eux est si grande, leur manière d'agir sous l'influence des mêmes agents est si parfaite, qu'on ne peut méconnaître l'analogie qui unit ces deux familles sans commettre de graves erreurs. Je pourrais citer à l'appui de ces observations une foule de composés de l'une et de l'autre fa-

mille qui, placés dans les mêmes circonstances, éprouvent les mêmes altérations, les mêmes décompositions. Tels sont, par exemple, le bi-oxyde et le cyanure de mercure, qui par l'action de la chaleur se décomposent, le premier en oxygène et en mercure, le second en cyanogène et en mercure; le bi-oxyde et le bi-chlorure de manganèse qui perdent l'un et l'autre, à une température peu élevée, une partie de leur principe négatif, etc.

Quels sont donc les caractères qui ont déterminé M. Berzélius à considérer les composés binaires que forment les corps de la famille des oxygénides comme des acides ou des bases, et ceux de la famille des chloroïdes comme des sels? Sans doute on ne peut supposer que c'est d'après l'examen de leurs propriétés chimiques; elles offrent une analogie trop frappante pour conduire à des résultats si opposés! Mais il n'est pas douteux que cette distinction soit basée sur leurs caractères physiques que M. Berzélius nomme propriétés naturelles; car, ainsi qu'on le remarque dans les oxysels, la plupart des composés binaires des chloroïdes se dissolvent dans l'eau et cristallisent au sein de ce liquide; quelques-uns même se combinent avec lui, et de cette combinaison résulte des corps qui affectent toujours la même couleur, très souvent la même forme, etc., etc. Ces caractères, il est vrai, prouvent un certain rapprochement entre ces divers produits, mais ils ne suffisent pas pour établir, comme l'a fait M. Berzélius, que ces derniers soient de véritables sels. Et en effet, quelle confiance doit-on accorder à une classification chimique qui repose entièrement sur les propriétés physiques des corps? Depuis long-temps n'a-t-on pas fait justice des classifications de ce genre? depuis long-temps n'a-t-on pas reconnu qu'en prenant de tels caractères pour guide, on se laisse entraîner dans des fautes inévitables? et s'il fallait le prouver par un exemple, la division des corps simples en métaux et métalloïdes ne nous en offrirait-il pas un des plus tranchés!

Si ces observations n'indiquent point encore assez combien est inexacte la manière de voir de M. Berzélius, je vais en rapporter une qui se rattache plus particulièrement à la nature et à la constitution des composés qu'il désigne sous le nom de sels; elle prouvera mieux encore, je pense, combien peu il faut se fier aux propriétés physiques des corps en fait de classification chimique.

Je ne contesterai point l'opinion de ce savant chimiste, relativement aux sels amphides, je la crois exacte et à l'abri de toute espèce d'objection; mais je ne puis admettre avec lui que les composés qu'il appelle sels haloïdes soient réellement des sels. Comment en effet supposer que le chlorure de sodium, par exemple, soit un sel tandis que le chlorure d'hydrogène sera un acide? Le sodium n'est-il pas un corps simple comme l'hydrogène? Celui-ci fait-il exception à la règle

générale? Non, l'hydrogène comme le sodium, comme le soufre, l'iode, le mercure est un corps simple soumis aux lois qui régissent les corps simples. Si l'un d'eux en se combinant avec le chlore produit un acide, un autre ne peut et ne doit former qu'un composé acide, basique ou neutre (1). D'ailleurs est-ce que le chlore n'a pas anéanti la propriété électro-chimique de l'hydrogène en même temps que la sienne lorsqu'ils se sont combinés, tout comme dans sa combinaison avec le sodium? Si l'effet est le même, pourquoi donner le nom de sel à l'un et celui d'acide à l'autre? car évidemment il existe une différence notable entre ces deux sortes de produits, tandis que véritablement on n'en aperçoit aucune entre le chlorure d'hydrogène et le chlorure de sodium, du moins quant à leur mode de combinaison.

Dira-t-on que l'hydrogène forme un acide avec le chlore parceque ce sont deux métalloïdes? mais déjà j'ai fait observer plusieurs fois, et presque tous les chimistes sont d'accord sur ce point, que cette division des corps simples était entièrement dénuée de vraisemblance. Dira t-on encore que c'est aux propriétés électro-négatives de ces deux corps que l'on doit attribuer cette acidité, et que le contraire à lieu dans la combinaison du chlore avec le sodium, parceque l'un et l'autre jouissent de propriétés électro-chimiques les plus opposées? Mais, s'il en était ainsi, la combinaison du chlore avec un corps plus électro-négatif que l'hydrogène devrait former un acide plus puissant que lui, et je ne sache pas qu'il existe un chloracide plus énergiquement acide que le chlorhydrique. Enfin comment expliquera-t-on cette anomalie, car c'en est une, qui considère le chlorure d'hydro-

(1) J'emploie ici les expressions *acide*, *basique* pour mieux peindre ma pensée; car ces dénominations expriment généralement une idée fausse, aussi bien que celles de *sulfide*, *sulfure*, *chloride*, *chlorure*, *oxyde*, *oxure*, que l'on a voulu nouvellement introduire dans le langage chimique. Il n'est que peu de corps auxquels on puisse donner, rigoureusement parlant, les noms d'*acide* ou de *base* proprement dits; ce sont particulièrement les hydrobases, les acides végétaux, et quelques acides et bases très énergiques. En effet ne savons-nous pas que tel corps qui dans une combinaison joue le rôle d'un acide puissant, remplit dans une autre les fonctions de base; de même que tel autre, qui est une base énergique envers certains acides, devient acide vis-à-vis d'une autre base. Je regarde donc comme entièrement impossible de donner à ces mots une définition exacte. Les propriétés acides et basiques des corps ne sont le plus souvent que des propriétés relatives, comme les propriétés négatives et positives des mêmes corps. Mais je préfère encore les dénominations dont je viens de faire usage à ces dernières, parcequ'elles me paraissent mieux en rapport avec les faits, ainsi qu'on a pu l'observer quand j'ai démontré que ce n'était point toujours le corps le plus électro-négatif qui communiquait au composé ses propriétés acides. Les mêmes résultats se présentent également dans certains sels dont le composé électro-positif remplit les fonctions d'acide, et le composé électro-négatif les fonctions de base: tels sont entre autres les combinaisons de l'alumine avec les oxydes de fer, de zinc; celles du protocyanure de fer avec les cyanures de cuivre, de bismuth, de plomb, etc.

gène comme un acide, et les chlorures d'arsenic, de tellure, de sélénium, comme des sels? L'attribuera-t-on à l'aspect métallique des radicaux de ces derniers chlorures? Certes ce serait là un caractère bien insignifiant qui jouerait un rôle d'une bien grande importance, et encore M. Berzélius regarde le phtorure de silicium (acide phtorosilicique) comme un acide, quoiqu'il range le silicium parmi les métaux.

Sans aucun doute, en voulant éviter une inconséquence, M. Berzélius est tombé dans une inconséquence plus grande encore; cependant ses considérations sur la nature des sels ont jeté un grand jour sur leur histoire et ouvert une nouvelle voie, qui permettra peut-être, moyennant quelques changements, de pouvoir définir cette classe si nombreuse de corps, tracer une ligne de démarcation qui puisse nettement les séparer de tous les autres composés, et éclairer les chimistes sur la manière dont leurs éléments sont groupés.

Les chimistes se sont beaucoup occupés de l'histoire des sels. Plusieurs d'entre eux se sont livrés à cette étude avec beaucoup de soin et de sagacité. Le but principal de leurs recherches a toujours été la connaissance intime de ces composés, c'est-à-dire l'arrangement moléculaire de leurs éléments; toujours ils ont cherché à rétablir l'harmonie dans les combinaisons salines, à ramener tous les esprits à un même point. Des hypothèses plus ou moins ingénieuses qui ont été présentées et discutées, aucune jusqu'alors n'a reçu une sanction générale; la plus remarquable de toutes est celle qui fut émise par Davy et Dulong. Long-temps elle resta pour ainsi dire inaperçue, et si quelquefois il arrivait qu'on en fît mention, c'était bien plus dans le but de faire connaître jusqu'où pouvaient s'élever les conceptions d'un esprit novateur que d'énoncer une vérité. Dans ces dernières années cependant, M. Liébig a cru devoir rappeler l'attention des chimistes sur cette hypothèse. Pour lui elle est une vérité incontestable, et dernièrement encore les propriétés de l'acide fulminique ou mieux des fulminates lui ont fourni de nouvelles preuves, dit-il, à l'appui de cette manière de voir.

Outre les objections que l'on a déjà faites à cette hypothèse, objections qui ne sont pas sans avoir quelque gravité, et que je ne rapporterai point ici parcequ'elles se trouvent consignées dans tous les ouvrages de chimie qui traitent de cette question, j'en exposerai encore quelques-unes qui me paraissent assez importantes pour ne pas les passer sous silence. Et d'abord je demanderai comment M. Liébig, au moyen de sa théorie, se représente la nature réelle des oxysels anhydres avec excès de base ou d'acide; celle des hydrates d'oxydes positifs; celle de ces composés découverts par M. Péligot et formés d'acide chrômique et d'un chlorure alcalin; comment il explique les réactions acides de certains sels, acides ou alcalines de

certains chlorures métalliques; et comment enfin, lui qui considère la stéarine, la margarine, etc., comme des sels d'acides stéarique, margarique, à base de glycérine, il conçoit le groupement moléculaire de ces composés. Pour être conséquent, il faut qu'il admette que les acides gras ont enlevé à la glycérine une partie de son oxygène pour se constituer radicaux, lesquels ensuite se sont combinés avec ses autres éléments; ce qui fait supposer que la stéarine, la margarine, l'oléine sont des produits formés de deux radicaux inconnus, et que sans doute on ne connaîtra jamais. Dans un sel à base métallique on peut jusqu'à un certain point se représenter, comme le fait M. Liébig, la composition des sels; mais quand on veut en faire l'application au-delà de certaines combinaisons salines, alors des anomalies, des invraisemblances sans nombre apparaissent, et bientôt l'on se voit forcé d'abandonner une conception qui d'abord avait séduit.

MM. Perzoz et Longchamp ont aussi proposé chacun une hypothèse, mais je me dispenserai d'en parler ici; elles ont été combattues par M. Thénard, qui a parfaitement démontré que ces deux théories renferment des faits contraires à ceux que l'expérience constate; aussi n'est-il pas un chimiste qui pense sérieusement à adopter l'une ou l'autre.

Je ne m'occuperai pas davantage de celle de M. Baudrimont, qui n'admet aucune prédisposition moléculaire dans les corps, théorie que le raisonnement paraît rendre très probable, et que les faits au contraire semblent contredire.

Alors que je crois avoir suffisamment démontré le peu de confiance que l'on doit accorder aux principales hypothèses imaginées pour dévoiler la nature des sels, je vais essayer de faire connaître la manière dont j'envisage la formation et la constitution de ces composés. Elle est si simple que quelques mots suffiront pour la faire comprendre.

Et d'abord je dirai que j'admets sans réserve l'opinion de Lavoisier, adoptée et développée par M. Thénard dans sa *Philosophie chimique*, sur l'état des éléments dans les sels. Ce chimiste considère ces produits comme formés de deux composés qui, malgré leur union, conservent leur état primitif; mais au lieu de voir dans les combinaisons oxygénées seules cette propriété de donner naissance à des sels, je l'étends à la série des corps amphygènes et à celle des corps halogènes (1). Je vais plus loin, j'attribue cette même propriété à l'hydrogène. Ainsi le chlore et tous les autres corps de la famille dont il

(1) Déjà M. Polydore Boullay avait émis une opinion à peu près semblable, que ses longues souffrances et sa mort prématurée ne lui ont sans doute pas permis de développer.

est le type produisent, par leur combinaison avec les corps simples, des composés acides ou basiques, qui par leur union réciproque donnent lieu non pas à des sels doubles, comme le pense M. Berzélius, mais à de véritables sels.

Si je considère les chlorures, iodures, cyanures et leurs analogues comme des acides ou des bases, c'est qu'il me semble de toute impossibilité de concilier les faits en adoptant une manière de voir différente. En effet, veut-on que les chlorures ou iodures métalliques soient des sels? Comment désignera-t-on la combinaison d'un de ces composés avec l'hydracide du corps halogène qu'il contient? telles sont par exemple, les combinaisons du chlorure d'or et de l'acide chlorhydrique, du bi-iodure de mercure et de l'acide iodhydrique, des fluorures de potassium, de sodium et de l'acide fluorhydrique. Dira-t-on avec M. Berzélius que ce sont des sels acides? Mais un sel acide n'est-il pas le produit de la combinaison d'un sel neutre avec une certaine proportion de l'acide qu'il renferme déjà. Or dans les chlorures d'or, iodures de mercure et fluorures de potassium et de sodium, existe-t-il des acides? Non sans doute. D'un autre côté, pourquoi n'appelle-t-on pas aussi sels acides les combinaisons des fluorures de potassium, de calcium avec les acides fluosilicique, fluoborique? Est-ce que ces derniers acides sont d'une nature différente que l'acide fluorhydrique? Evidemment non. Alors pourquoi établir une distinction aussi tranchée entre des corps analogues? Est-ce parceque les combinaisons des hydracides haloïdiques présentent des réactions acides? est-ce parceque les hydracides se produisent toujours par la décomposition d'un chlorure hydraté? Il n'est pas nécessaire, je pense, de démontrer combien de telles considérations, si elles étaient admises, seraient invraisemblables.

Je prévois ici une objection que l'on ne manquera pas de m'adresser. Si vous n'admettez pas, me demandera-t-on, les composés métalliques halogènes comme des sels, comment alors expliquerez-vous les combinaisons d'un de ces composés avec un oxysel, telles sont celles du chlorure de plomb avec le carbonate de plomb; du fluorure de calcium avec le silicate de chaux; du nitrate d'argent avec le cyanure de ce métal ou le cyanure de mercure? Cette objection à la vérité est assez grave pour que je cherche à la combattre; mais cependant elle ne me paraît point d'une gravité telle qu'on ne puisse espérer de la résoudre. En effet, les sels neutres mis en présence d'une nouvelle quantité de l'acide ou de la base qu'ils contiennent, s'unissent quelquefois à cet acide ou à cette base pour donner lieu à des sels acides ou basiques. Pourquoi donc ces mêmes sels en contact d'un chloracide, d'un iodacide, etc., ou d'une chlorobase, d'une iodobase, etc., ne se combineraient-ils pas à l'un de ces composés pour former un sel acide ou basique, mais dont le principe

acidifiant de l'acide ou basifiant de la base serait le chlore, l'iode, le fluor ou le cyanogène?

Une telle opinion paraîtra peut-être exagérée; mais je ne vois rien qui puisse empêcher son adoption ; au contraire ces composés offrent un certain rapport avec les combinaisons des oxysels doubles dont la base est combinée à deux acides ou dont l'acide est combiné à deux bases, et avec celles qui ont été étudiées par M. Péligot, et dont j'ai déjà parlé.

Je crois inutile d'entrer dans de plus longs détails à ce sujet; ce que je viens de rapporter doit suffire pour donner une juste idée de ma manière de voir. Ainsi qu'on peut facilement s'en convaincre, de toutes les opinions émises jusqu'à ce jour il n'en est aucune qui présente plus de simplicité, de précision et même de vraisemblance; non seulement elle nous indique sous quel état les éléments doivent se trouver dans les sels, mais encore elle envisage toutes les combinaisons salines sous un même point de vue.

Actuellement que je crois avoir été compris, il est nécessaire que je fasse ressortir les conséquences que j'ai cru devoir établir pour appuyer quelques-unes des observations que j'ai consignées dans le cours de cette thèse.

Quand on se livre à l'étude des sels on est d'abord frappé d'un fait vraiment remarquable; c'est que presque toujours dans ces composés le principe acidifiant de l'acide est aussi le principe basifiant de la base. Les corps amphygènes surtout nous offrent un exemple de cette règle, qui souffre peu d'exception. Quoique les corps halogènes nous présentent dans le plus grand nombre de cas les mêmes résultats, la loi chez eux n'est pas aussi générale; mais à côté de ce fait il en est un autre non moins remarquable que le premier, c'est que les sels qui ne sont point soumis à la règle que je viens d'énoncer obéissent ordinairement à une loi qui est exactement l'inverse de la précédente, c'est à dire que dans ces sels ce sont les principes acidifiants et basifiants qui diffèrent, tandis que le métal ou élément basifié et acidifié est le même dans l'acide et dans la base. Enfin parmi ceux qui ne peuvent être régis ni par l'une ni par l'autre des règles ci-dessus, tous résultent de la combinaison d'un composé acide dont le principe acidifiant est un corps halogène ou amphygène, et d'un composé basique dont l'élément basifiant est l'hydrogène ou un des corps de la famille des chloroïdes ou de celle des oxygénides. Quelle que soit dans ces sels la nature de l'acide ou de la base, leur combinaison s'effectue toujours de manière qu'il ne puisse y avoir entre eux aucune espèce de décomposition, ou, en d'autres termes, que les corps qui forment le composé acide ont l'un pour l'autre plus d'affinité que pour un des éléments du composé basique, *et vice versâ*. Cette remarque doit paraître inutile, car de tels résultats s'expliquent d'eux-mêmes sans

commentaire; sans doute, et c'est pour cette raison que je la crois de la plus haute importance, car alors elle vient jeter un grand jour sur la théorie des chlorures et celle des hydrochlorates.

Ainsi donc, d'après leurs principes constituants, les sels peuvent être divisés en trois séries très distinctes.

La première, qui comprend tous les composés dans lesquels le même corps est le principe acidifiant de l'acide et basifiant de la base. Cette classe, la plus nombreuse, renferme les sels proprement dits, ceux que j'ai appelés *sels vrais.*

La deuxième est formée au contraire par les sels qui ont le même corps pour élément acidifié et basifié, et pour principe acidifiant et basifiant des corps différents. Dans ces sels quel est celui des deux composés qui joue le rôle d'acide ou le rôle de base? Cette question n'est point aussi facile à résoudre qu'elle le paraît.

La troisième renferme ceux qui ne peuvent être compris dans les deux séries précédentes, et qui sont formés de principes très variables dans l'acide et dans la base.

Ce sont ces observations qui, jointes à celles dont j'ai déjà parlé, m'ont conduit à considérer l'hydrogène comme principe acidifiant et basifiant des composés dans lesquels il entre; ce sont elles qui m'ont fait rejeter les théories de l'ammonium et de l'éthyle pour leur préférer celle dont j'ai fait mention; car non seulement l'hydrogène donne naissance à des acides et à des bases qui s'unissent avec la plus grande facilité, et produisent des sels bien caractérisés soumis à la règle citée en premier lieu, mais encore ses composés basiques se combinent à quelques composés électro-négatifs, comme les acides sulfureux et sulfurique, les chlorures de platine, de titane, et en général les chlorures électro-négatifs qui jouent envers eux le rôle d'acides et forment des sels appartenant à la troisième série. La composition si différente des sels de cette classe de ceux de la première explique pourquoi les sels ammoniacaux non primitivement combinés à une hydracide jouissent de propriétés toutes particulières.

Cette nouvelle manière d'envisager les sels commande nécessairement une définition autre que toutes celles qui ont été proposées jusqu'à ce jour; aussi je vais essayer d'en formuler une qui comprenne autant que possible tous les composés qui peuvent prendre place dans cette classe de produits. J'ai fait observer que la définition donnée par M. Soubeiran était remarquable par sa simplicité; c'est donc cette définition que je dois prendre pour guide de celle que je me propose d'indiquer ici. Mais avant de l'exposer je dois avertir que, malgré le fréquent usage que j'ai fait des expressions de corps *amphygènes* et corps *halogènes*, de sels *amphides* et sels *haloïdes*, employées par M. Berzélius pour distinguer les deux classes de sels qu'il adopte, je ne les admets en aucune manière du moins quant au sens

qu'il leur donne ; car en les admettant je commettrais une inconséquence des plus grandes. Cependant je conserverai celle de corps *Halogènes* pour représenter tous les corps simples ou composés qui, dans les combinaisons salines, sont toujours les principes acidifiants ou basifiants. Cette dénomination est très significative et convient parfaitement à ces corps; elle exprime leur propriété la plus essentielle et les caractérise avec exactitude. Les corps halogènes, c'est à dire qui engendrent les sels, sont l'oxygène, le soufre, le sélénium, le tellure, le chlore, le brôme, l'iode, le phtore, le cyanogène, l'hydrogène et peut-être le sulfo-cyanogène.

Ainsi je définis un sel : le produit qui résulte de la combinaison de deux composés halogénés (1) binaires, ou pouvant être considérés comme tels, dont l'un remplit les fonctions d'acide et l'autre les fonctions de base.

Cette définition peut s'appliquer sans aucune exception à tous les sels neutres; mais elle ne suffit pas pour définir la série des sels acides et basiques. Cependant, au moyen d'une légère modification on peut parvenir facilement à remplir ce but. Alors on nommera sel : le produit de la combinaison de plusieurs composés halogénés, dont un ou plusieurs remplissent les fonctions d'acide, et un ou plusieurs les fonctions de base.

Il existe encore parmi les chimistes une certaine confusion sur l'extension que l'on doit donner au mot sel. Généralement on ne regarde point comme sel les combinaisons de la potasse avec les oxydes de plomb et de zinc; celles des acides sulfurique, azotique avec l'acide azoteux, etc.; mais je crois que c'est une erreur, car je ne vois pas dans quelle classe de corps on rangerait ces produits; d'ailleurs, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, les caractères acides ou basiques ne sont que des propriétés relatives auxquelles il ne faut accorder qu'une importance secondaire. Aussi je n'hésite point à considérer ces composés comme de véritables sels quelle que soient la nature des corps qui les constituent, pourvu qu'ils puissent être compris dans la définition que je viens de rapporter.

Je ne puis terminer cet article sans consigner ici quelques réflexions qui découlent naturellement des considérations théoriques que je viens d'exposer. Pour peu qu'on ait fait attention à la composition des sels de la première série, on doit avoir été frappé de cette coïncidence remarquable qui existe entre les sels à acides oxygénés et les sels à acides végétaux, les sels hydrobasiques et les sels alcaloïdiques. Sans doute l'analogie est trop frappante pour ne point se

---

(1) J'appelle composé *halogéné* tout produit dans lequel entre un corps *halogène* auquel sont dues les propriétés acides ou basiques dont il jouit.

hasarder à tirer quelques conséquences sur la nature des acides et des alcalis végétaux. En effet, puisque les bases oxygénées se combinent aux oxacides pour former avec eux de vrais sels, et que les acides végétaux s'unissent aux mêmes bases pour donner naissance à des composés qui ne diffèrent en aucune manière des oxysels à acides minéraux, on doit en conclure que c'est à l'oxygène que ces produits organiques doivent leurs propriétés acides. Par la même raison, puisque le gaz ammoniac, le gaz oléfiant qui, ainsi que je crois l'avoir prouvé, doivent leurs propriétés basiques à l'hydrogène, ne forment de vrais sels qu'en se combinant aux hydracides, et que les alcalis végétaux se comportent absolument de la même manière que ces hydrobases, on doit aussi en tirer cette conclusion que c'est à l'hydrogène que les alcaloïdes doivent leurs propriétés basiques.

En rapportant ces faits, je n'ai point l'intention d'avancer que tous les acides végétaux sont formés d'un radical et d'oxygène hors ligne, quoique cependant quelques-uns d'entre eux paraissent être ainsi constitué; de même que je ne veux point dire que les alcalis végétaux sont formés d'un radical et d'hydrogène hors ligne; nos connaissances à ce sujet sont encore trop limitées pour que j'ose me prononcer hardiment. Quoi qu'il en soit, que ces divers composés agissent ou non par leur masse, il me semble, à défaut d'expériences positives, ne point trop m'écarter de la vérité, en attribuant à l'oxygène dans les uns, à l'hydrogène dans les autres, le rôle important que jouent ces corps dans l'histoire de la chimie : c'est à l'expérience à nous faire connaître jusqu'à quel point ces prévisions purement théoriques sont fondées.

SYNTHÈSES

DE PHARMACIE ET DE CHIMIE

PRÉSENTÉES ET SOUTENUES A L'ÉCOLE DE PHARMACIE.

SIROP DE MOUSSE DE CORSE.

SYRUPUS CUM FUCO HELMINTHO-CORTHO.

℞. Mousse de Corse (*Fucus Helmintho-Corthon*) . 250
Sirop simple (*Syrupus simplex*) . . 1500

Séparez avec soin de la mousse de Corse le sable et les coquillages qui y adhèrent, et faites-la macérer dans une livre d'eau tiède (500) ; après vingt-quatre heures passez avec une forte expression ; filtrez la liqueur et prenez-en le poids ; versez sur le résidu une livre d'eau tiède (500) ; laissez macérer, passez et filtrez la nouvelle liqueur. Mélangez alors celle-ci au sirop de sucre employé, moins le poids de la première liqueur de mousse de Corse; ajoutez alors rapidement celle-ci au sirop, et passez.

EXTRAIT DE SCILLE.

EXTRACTUM SCILLÆ.

℞. Squames sèches de Scille (*Scilla maritima*). . 250
Alcool à 21° Cart. (56 cent.) *(Alcool)*. . . 1000

Faites macérer pendant quelques jours ; passez avec expression ; filtrez ; versez sur le marc uue nouvelle livre d'alcool, et après deux ou trois jours passez de nouveau avec expression ; réunissez les teintures ; distillez-les pour en retirer toute la partie spiritueuse, et évaporez en consistance d'extrait.

TABLETTES DE BICARBONATE DE SOUDE.

(Pastilles de Vichy ou de d'Arcet.)

TABELLÆ CUM BICARBONATE SODICO.

℞. Bicarbonate de Soude (*Bicarbonas sodicus*) . . 64
Sucre blanc (*Saccharum album*) 1200
Mucilage de Gomme adraganthe (*Mucago cum Gummi tragacanthâ*) . . . . . . Q. S.

Faites suivant l'art des tablettes de vingt grains. Chaque tablette contiendra un grain de bicarbonate de soude.

On est dans l'habitude d'aromatiser ces tablettes avec des aromates différents pour satisfaire le goût particulier de chaque malade.

POMMADE NITRIQUE.

(Pommade oxigénée.)

POMATUM NITRICUM.

℞. Graisse de Porc (*Adeps Porcinus*). . . . 500
Acide nitrique à 32° (*Acidum nitricum*). . . 64

Faites liquéfier l'axonge dans un vase de terre ; ajoutez l'acide nitrique, et continuez de chauffer en remuant continuellement avec une baguette de verre, jusqu'à ce qu'il commence à se dégager des bulles de gaz nitreux ; retirez du feu ; continuez d'agiter, et quand la pommade sera à moitié refroidie, coulez-la dans des moules de papier.

TEINTURE D'OPIUM AMMONIACALE.

(*Elixir parégorique.*)

TINCTURA AMMONIACALIS CUM OPIO.

℞. Opium choisi (*Opium electum*).	8
Fleurs de benjoin (*Acidum benzoicum*) . .	12
Safran (*Crocus sativus*).	12
Huile volatile d'anis (*Oleum volatile anisi*). . .	2
Ammoniaque liquide (*Ammonia liquida*). . .	150
Alcool à 34° Cart. (86 cent.) (*Alcool*). . .	350

Faites macérer pendant huit jours ; filtrez.

ACIDE SULFUREUX.

ACIDUM SULFUROSUM AQUA SOLUTUM.

℞. Mercure (*Hydrargyrum*)	250
Acide sulfurique (*Acidum sulfuricum*) à 66° . .	325

Introduisez le tout dans un matras, que vous placerez à l'aide d'un grillage sur un fourneau. Adaptez à ce matras l'appareil de Woulf, composé au moins de 3 flacons. Le premier, beaucoup plus petit que les autres, contiendra un peu d'eau, uniquement destinée à débarrasser le gaz de la petite quantité d'acide sulfurique qu'il peut entraîner. Versez dans les deux autres flacons la proportion d'eau distillée que vous voudrez saturer, au moins un litre dans chacun. Pour ne pas être incommodé par l'excédant du gaz sulfureux, il convient d'adapter à la fin de l'appareil un tube à deux branches parallèles, dont la plus longue plongera dans un bocal, contenant des fragments de craie légèrement humectés. L'appareil étant disposé et les tubulures exactement lutées, chauffez peu à peu le matras ; la réaction devra être soutenue de manière à obtenir une émission de gaz régulière et modérée. Le gaz acide sulfureux étant peu soluble, il est nécessaire d'en faire passer beaucoup dans la même eau. Si on veut obtenir un acide très concentré, il faudra substituer au vase contenant de la craie humectée une petite éprouvette renfermant 2 ou 3 pouces de mercure, afin de faire subir au gaz une plus forte pression.

Cette dissolution concentrée à la température ordinaire marque 7° à l'aréomètre ; sa densité est de 1,053; elle contient environ 37 volumes de gaz.

Le sulfate acide de mercure qu'on obtient pour résidu dans le matras peut servir, lorsqu'il a été chauffé suffisamment, à la préparation du turbith minéral ou du sublimé corrosif.

IODURE DE POTASSIUM.

(*Hydriodate de Potasse.*)

IODURETUM POTASSICUM.

℞.	Iode (*Iodum*)	100
	Limaille de fer (*Limatura ferri*)	25
	Eau distillée (*Aqua*)	120
	Carbonate de potasse (*Carbonas potassicus*)	Q. S.

Mettez l'eau dans une chaudière de fonte, ajoutez-y la limaille de fer et l'iode; agitez avec une spatule et chauffez la liqueur jusqu'à ce que, de brune foncée qu'elle était, elle soit devenue presque tout à fait incolore Filtrez alors, lavez le résidu de limaille de fer avec une petite quantité d'eau pure que vous ajouterez à la première; versez dans ces dissolutions réunies une dissolution de carbonate de potasse jusqu'à ce que cette dernière cesse d'y occasionner un précipité (les doses portées en la formule exigent environ 80 de carbonate de potasse); filtrez, lavez exactement le précipité avec de l'eau ; ajoutez cette eau de lavage à la liqueur filtrée, et évaporez à siccité dans un chaudière de fonte ; redissolvez le produit dans 4 ou 5 fois son poids d'eau ; filtrez, évaporez dans une capsule de porcelaine, et laissez refroidir lentement pour obtenir des cristaux d'iodure de potassium ; soumettez les eaux mères à une nouvelle évaporation.

L'iodure de potassium est incolore, cubique, anhydre, déliquescent, très soluble dans l'eau et dans l'alcool.

KERMÈS PRÉPARÉ PAR LA VOIE SÈCHE.

(*Sous-Hydrosulfate d'Antimoine.*)

KERMES IGNE PARATUM.

℞.	Sulfure d'Antimoine (*Sulfuretum stibicum*)	500
	Carbonate de potasse (*Carbonas potassicus*)	1000

Soufre sublimé et lavé (*Sulfur lotum*) 30

Mélangez exactement ces trois substances et faites fondre le mélange dans un creuset de Hesse. Lorsque la masse sera en pleine fusion, coulez-la dans un mortier de fer ; laissez-la refroidir, et réduisez-la en poudre fine. Faites ensuite bouillir cette poudre dans une chaudière de fer avec

Eau 10000

Filtrez la liqueur bouillante et laissez refroidir lentement ; décantez ; mettez le kermès sur un filtre, lavez-le avec soin, et faites sécher comme il a été dit précédemment.

En faisant bouillir de nouveau le liquide sur la portion insoluble qui est restée dans la chaudière et sur les filtres, on obtient une nouvelle quantité de kermès qu'on ajoute à la première. L'on peut continuer ainsi jusqu'à ce que le résidu soit épuisé

N B Le procédé que nous venons de décrire fournit une beaucoup plus grande quantité de kermès que le précédent ; mais ce kermès est toujours moins beau, et doit être réservé exclusivement pour la médecine vétérinaire.

CYANURE D'OR.

CYANURETUM AURICUM

℞. Or (*Aurum*) 4
Eau régale (*Aqua regia*) 24
Cyanure de potassium (*Cyanuretum potassicum*) pur et fondu. 8
Eau distillée. 96

Faites d'abord dissoudre l'or dans l'eau régale ; évaporez la solution à siccité ; reprenez le résidu par 8 parties d'eau distillée ; filtrez ; chauffez la solution au bain-marie, et quand elle sera réduite d'un quart environ, ajoutez peu à peu, et en agitant avec un tube, un quart de la solution de cyanure ; continuez l'évaporation presque jusqu'à siccité ; ajoutez encore eau distillée 16 parties ; agitez, puis laissez quelque temps en repos. Séparez par décantation le cyanure d'or produit.

Reprenez les eaux mères ; évaporez, et traitez comme ci-dessus avec les mêmes quantités d'eau et de cyanure de potassium. Quelquefois la liqueur se colore en brun dès cette seconde reprise, mais on n'en doit pas moins continuer l'évaporation ; et quand on aperçoit une certaine quantité de cyanure d'or formé, on verse dans le li-

quide quelques gouttes d'eau régale pour le décolorer; puis on évapore de nouveau pour chasser l'excès d'acide qui s'opposerait à la précipitation du cyanure d'or. Enfin on réitère ces reprises et ces additions tant qu'il se produit du cyanure d'or d'un beau jaune.

Pour retirer l'or contenu dans les dernières eaux mères, on évapore le tout à siccité; on calcine le résidu dans un creuset, et on traite ensuite par l'acide chlorhydrique pour enlever le fer.

Le cyanure d'or est une poudre d'un jaune serin, sans odeur et sans saveur, et qui n'est pas soluble dans l'eau. Par l'action de la chaleur il se transforme en cyanogène et en or pur.

N. B. Il importe beaucoup au succès de l'opération que le cyanure de potassium soit pur.

SALICINE.

SALICINA.

℞. Ecorce de saule (*Cortex salicis helicis*) 2500
Eau (*Aqua*) . . . . Q.S.

Faites une forte décoction de l'écorce de saule, passez-la à travers une toile, ajoutez-y un lait de chaux clair pour précipiter la matière colorante; filtrez la liqueur, évaporez-la en consistance de sirop clair; ajoutez une quantité suffisante d'alcool à 36° pour précipiter la matière gommeuse; filtrez de nouveau; séparez l'alcool par distillation. Le résidu de cette distillation, suffisamment évaporé et mis dans un lieu frais, abandonnera la salicine, qui cristallisera en aiguilles aplaties.

Pour la purifier il faudra la dissoudre dans l'eau bouillante, y ajouter un peu de noir animal, filtrer et faire cristalliser par refroidissement.

La salicine pure se présente en aiguilles fines aplaties, légèrement nacrées; sa saveur est amère et rappelle celle du saule; elle n'est ni acide ni alcaline; brûlée sur une lame de platine, elle ne laisse pas de résidu.